

Der Hauslehrer

DER HAUSLEHRER

Verlag des
Herausgebers

DER HAUSLEHRER

Herausgegeben von
THEODOR MÜLLER-ALFELD



SÜDWEST VERLAG MÜNCHEN

DER HAUSLEHRER

VERLAG SÜDWEST
MÜNCHEN

4., völlig neu bearbeitete Auflage 1976

© by Südwest Verlag GmbH & Co. KG, München

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 3 517005 290

Schutzumschlagentwurf: Design Team, München

Gesamtherstellung: May & Co., Darmstadt

VORWORT

Man stößt heute häufig auf die Ansicht, unsere Bildungsinhalte wechselten so schnell, daß es sich nicht lohne, in der Schule ausgesprochenen Lernstoff zu vermitteln; solches Wissen sei morgen bereits veraltet. Diese Ansicht ist falsch. Einmal geht es bei dem verpönten Lernen ja nicht allein um den Stoff, sondern auch um das Erwerben der Fähigkeit zu denken; zum andern bleibt im Kern eines jeden Faches ein bestimmtes „Wissensgerippe“, das zeitlos gültig ist und von der Gegenwart jeweils nur immer wieder in ein neues Licht gerückt wird. Man hat diesen Restbestand – wohl etwas schief – auch als „Bildung“ bezeichnet. Wie dem auch sei: Gewisse Grundtatsachen und Zusammenhänge kann man als Allgemeingut derer voraussetzen, die jemals eine Schule besucht haben.

Um diese Kernsubstanz des Wissens geht es in den verschiedenen Abschnitten dieses Buches, in dem der Versuch gemacht wurde, sozusagen das ganze Wissen zusammenzufassen, das dem jungen Menschen während seines Schuldaseins in den wichtigsten Fächern vermittelt wird. In konzentrierter Form wurde der Wissensstoff zusammengetragen, den sich ein durchschnittlicher Schüler etwa bis zur mittleren Reife aneignen kann oder wie er ihm durch einen guten Hauslehrer vermittelt würde, wenn dessen Mithilfe erforderlich wäre. Dieses Bemühen um ein Wissensfundament in den wichtigsten Fächern konnte angesichts der Fülle des Stoffes, den es zu bewältigen galt, nur in knappster Form geschehen – für Methodik und Demonstration an Beispielen blieb kaum Raum. Die einzelnen Kapitel mußten je nach Bedeutung des Faches für die Lebenspraxis auch ganz verschiedene Umfänge erhalten. Es mußte vieles eliminiert werden, das nicht zum tragenden Wissensfundament gehört – so interessant und wichtig manches im einzelnen auch sein mag. Dafür aber kann das Gebotene vielleicht ein Helfer beim Aufdecken verschütteten Wissens sein, bei einem Repetitorium gleichsam, an dessen Ende die beglückende Erkenntnis steht, daß man entgegen allen Alpträumen mit Hilfe dieses „Hauslehrers“ doch noch ein guter Schüler geworden ist.

Der Herausgeber

INHALT

5	VORWORT	
9	DEUTSCHE GRAMMATIK UND RECHTSCHREIBUNG	<i>Jürgen Ivers</i>
71	GESCHICHTE	<i>Ulrike Ivers</i>
147	SOZIALKUNDE	<i>Gerhard Witt</i>
189	VERKEHRSERZIEHUNG	<i>Theodor Müller-Alfeld</i>
211	GEOGRAPHIE	<i>Theodor Müller-Alfeld</i>
299	MATHEMATIK	<i>Jürgen Ivers</i>
443	PHYSIK	<i>Karl-Ferdinand Laurich</i>
567	CHEMIE	<i>Dr. H. H. Vogt</i>
647	BIOLOGIE	<i>Dr. H. H. Vogt</i>
707	GESAMTSTICHWORTVERZEICHNIS	

DEUTSCHE GRAMMATIK UND RECHTSCHREIBUNG

Von Jürgen Ivers

Jede gesprochene Sprache lebt. Auch unsere Muttersprache ist ständigen Veränderungen unterworfen. Unsere Großeltern sprachen noch anders als wir, trotzdem muß die Sprache als ein wertvoller Besitz besonders gepflegt werden.

Vieles in Sprache und Schrift beruht auf Übereinkünften, die jeder einhalten sollte, der sich anderen verständlich machen will. Dazu gehört die Kenntnis der wichtigsten Regeln, die den Aufbau unserer Sprache bestimmen.

Das wichtigste Ziel jeder mündlichen und schriftlichen Äußerung ist nicht alleine ihre Verständlichkeit, nach Möglichkeit soll auch jedes Mißverständnis ausgeschlossen werden. Die Forderung nach Klarheit des Ausdrucks ist daher die wichtigste auf dem Gebiet der Sprache.

Der folgende Beitrag versucht in knapper Form alle Bausteine bereitzustellen, aus denen der Bau unserer Muttersprache errichtet ist.

Inhaltsverzeichnis

Sprache und Schrift 11

Lautlehre 12

Das Alphabet

Wortlehre 12

Das Zeitwort (Tätigkeitswort, Verb) 13

Die Beugung des Zeitwortes 14

Starke und schwache Verben 14

Die Verhaltensrichtung 15

Die Aussageweise (Modus) 15

Formen des Zeitwortes 15

Das Hauptwort (Substantiv) 15

Das Geschlecht der Hauptwörter 16

Die Beugung des Hauptwortes

(Deklination) 17

Das Eigenschaftswort (Adjektiv) 17

Die Steigerung des Adjektivs 18

Die Begleiter und Stellvertreter

des Hauptwortes 18

a) Das Geschlechtswort (Artikel) 18

b) Das Fürwort (Pronomen) 19

c) Das Zahlwort (Numerale) 20

Das Ausrufewort (Interjektion) 20

Die Restgruppe (Partikel) 20

a) Das Umstandswort (Adverb) 20

b) Das Verhältniswort (Präposition) 21

c) Das Bindewort (Konjunktion) 21

Wortbildung 21

1. Wortbildung durch

Zusammensetzung 22

2. Ableitung aus bekannten Wörtern

mit Hilfe von Nachsilben 22

3. Wortbildung mit Hilfe

von Vorsilben 23

Wortfamilien und Wortfelder 23

Satzlehre 25

Der einfache Satz 25

Der erweiterte Satz 26

Die Satzergänzung 26

Die Umstandsbestimmung

(Adverbiale Ergänzung) 26

Beifügung (Attribut und Apposition) 27

Der zusammengesetzte Satz 28

1. Die Satzverbindung 28

2. Das Satzgefüge 29

Die Rechtschreibung (Orthographie) 31

Groß- und Kleinschreibung 31

a) Großschreibung 31

b) Kleinschreibung 32

Zusammen- oder Getrennschreibung 33

Der Bindestrich

in Zusammensetzungen 34

Zeichensetzung (Interpunktion) 35

1. Der Punkt 35

2. Der Doppelpunkt (Kolon) 36

3. Der Strichpunkt (Semikolon) 36

4. Das Fragezeichen 36

5. Das Ausrufezeichen 36

6. Der Beistrich (Komma) 37

7. Der Gedankenstrich 38

8. Anführungszeichen 39

9. Klammern 39

10. Auslassungspunkte 39

11. Das Auslassungszeichen (Apostroph) 40

Allgemeine Rechtschreibregeln 40

Trennung 47

Abkürzungen 49

Wichtige Fremdwörter 51

Vom Gebrauch der Sprache 65

Die Erlebniserzählung 65

Die Schilderung 66

Der Bericht 66

Die Beschreibung 67

Die Erörterung 67

Persönliche Schriftformen 67

Die Postkarte 67

Der Brief 68

Der Lebenslauf 69

**Zusammenstellung der gebräuchlichsten
grammatischen Fachausdrücke 70**

Sprache und Schrift

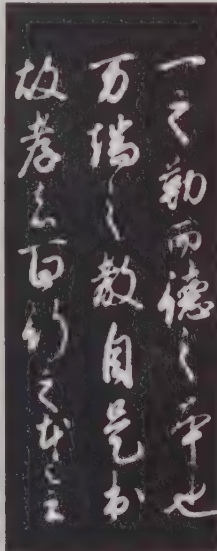
Unsere Muttersprache ist eine der germanischen Sprachen mit Wurzeln im Indogermanischen. Sie gilt als eine der wortreichsten Sprachen. In ihrer Entwicklung unterscheiden wir das Althochdeutsche (750–1100), das Mittelhochdeutsche (1100–1500) und das Neuhochdeutsche (ab 1500). Diese Einteilung berücksichtigt aber vor allem das Schrifttum, nicht die gesprochene Sprache. Durch die Schriften der Reformation (Luther) wurde die obersächsische Kanzleisprache immer mehr verbreitet und zur Grundlage unserer deutschen Hochsprache.

Als Hochsprache bezeichnen wir eine mundartfreie Aussprache, wie sie Theodor Siebs in seinem Buch „Deutsche Bühnensprache“ (1898) beschrieben hat. Die Hochsprache gilt für alle deutschsprachigen Bühnen, für den Deutschunterricht in allen Schulen, für Rundfunk, Fernsehen usw. Sie hat sich in den verschiedenen Teilen unseres deutschen Sprachraums in unterschiedlichem Maße durchgesetzt. Besondere Abweichungen finden wir in Österreich und der deutschsprachigen Schweiz.

Eine der größten geistigen Leistungen der Menschheit ist die Erfindung der Schrift. Sie bietet die Möglichkeit, mündliche Äußerungen schriftlich niederzulegen. Sie benutzt dazu Zeichen, die entweder Wörter (Wortschrift – chinesisch), Silben (Silbenschrift – japanisch) oder Laute (Lautschrift – babylonisch) bezeichnen. Aus der altgriechischen Buchstabenschrift entstand wie alle Schriften in Europa auch unsere Schrift. Die „Buchstaben“ bezeichnen dabei bestimmte „Laute“. Die Schwierigkeit „richtig zu schreiben“ ergibt sich bei uns aus der Tatsache, daß viele Wörter unserer Sprache nicht lauttreu geschrieben werden. Das liegt zum Teil daran, daß unsere Schrift für den gleichen Laut verschiedene Buchstaben benutzt (Vorfahrt) oder für verschiedene Laute den gleichen Buchstaben verwendet (lachen, lächeln).

有一個很貧窮的人這大遇見
個財主就和他說我送給你一
千兩銀子我可得把你活活兒

Chinesische
Wortschrift



Japanische
Silbenschrift



Babylonische Lautschrift (Keilschrift)
und in der Mitte ägyptische Hieroglyphe 2000 v. Chr.

KENAPION TIAZENIKE
DAMONONOK TAKIN
AYTOΣ ANIOYION
EN BE BOBAISBI PPOIK

Altgriechische Buchstabenschrift
Mitte des 5. Jahrhunderts

Lautlehre

Wörter bestehen aus Lauten. Lautgruppen nennen wir auch Silben.
Buchstaben sind Zeichen für Laute.

Wir unterscheiden:

1. Selbstlaute (Vokale)

- a) einfache Vokale: a e i o u – Umlaute: ä ö ü
- b) Doppellaute (Diphthonge): ai au ei eu –
Umlaut: äu

2. Mitlaute (Konsonanten)

- a) stimmhafte Laute: b d g j l m n r s sch
w ng
- b) stimmlose Laute: f h k p s t

Das Alphabet

In der Rechtschreibung werden folgende Buchstaben verwandt:

A a	(a)	E e	(e)	J j	(jot)	O o	(o)	S s	(eß)	V v	(fau)
Ä ä	(e)	F f	(ef)	K k	(ka)	Ö ö	(ö)	ß	(eßzet)	W w	(we)
B b	(be)	G g	(ge)	L l	(el)	P p	(pe)	T t	(te)	X x	(ikß)
C c	(ze)	H h	(ha)	M m	(em)	Q q	(ku)	U u	(u)	Y y	(üßbilon)
D d	(de)	I i	(i)	N n	(en)	R r	(er)	Ü ü	(ü)	Z z	(zet)

Von diesen Buchstaben sind A, ä, e, i, o, ö, u, ü und y Vokale. Die übrigen sind Konsonanten.

Schreibweise und Aussprache sind oft verschieden. Das zeigt sich am deutlichsten in dem Buchstaben „S“. Dieser Konsonant wird am Wortanfang vor Vokalen (Sonne, Sand) stimmhaft gesprochen, ebenso im Wortinnern zwischen Vokalen (Rose, Rasen). Im Wortinnern (Last, Kapsel) wird er stimmlos gesprochen, ebenso immer am Wortende (Glas, Ergebnis). Am Wortanfang vor P und T wird er wie „Sch“ gesprochen (Spitze, Stein). Das richtige Schreiben ist also oft mehr eine Frage des „Richtigwissens“ als des „Richtighörens“.

Wer richtig schreiben will, muß um seine Muttersprache wissen.

Wortlehre

Jedes Wort unserer Sprache läßt sich in eine Gruppe anderer Wörter gleicher Art einordnen. Wir bezeichnen solche Gruppen als Wortarten. Jede Wortart hat eine ganz bestimmte Aufgabe im Satzganzen. Da unsere Sprachlehre (Grammatik) ursprünglich aus der lateinischen entwickelt wurde, haben sich über Jahrhunderte die lateinischen Bezeichnungen erhalten. Sie werden im folgenden jeweils angegeben. (Siehe auch Verzeichnis der grammatischen Fachausdrücke.)

Wir unterscheiden folgende Wortarten:

- | | |
|--|---------------------------------|
| 1. Zeitwort, Tätigkeitswort (Verb) | 5. Ausrufewort (Interjektion) |
| 2. Hauptwort, Dingwort, Namenwort
(Substantiv, Nomen) | 6. Restgruppe (Partikel): |
| 3. Eigenschaftswort (Adjektiv) | a) Umstandswort (Adverb) |
| 4. Begleiter und Stellvertreter des Hauptwortes: | b) Verhältniswort (Präposition) |
| a) Geschlechtswort (Artikel) | c) Bindewort (Konjunktion) |
| b) Fürwort (Pronomen) | |
| c) Zahlwort (Numerale) | |

Viele Wörter können einer Formveränderung unterworfen werden. Hauptwörter können in der Einzahl (Singular) und in der Mehrzahl (Plural) stehen. Beigefügte Eigenschaftswörter (Attribute) können in der gleichen Weise verändert werden.

Hauptwörter können in verschiedenen „Fällen“ auftreten. Die Fallbiegung (Deklination) kennt vier Fälle:

1. Fall (Nominativ, Wer-Fall)
2. Fall (Genitiv, Wes-Fall)
3. Fall (Dativ, Wem-Fall)
4. Fall (Akkusativ, Wen-Fall)

Der Fallbiegung unterliegen auch die Eigenschaftswörter und die Begleiter und Stellvertreter des Hauptwortes.

Eigenschaftswörter können gesteigert werden (Komparation der Adjektive). Wir kennen folgende Steigerungsstufen:

1. Grundstufe (Positiv), ungesteigerte Form des Adjektivs
2. Mehrstufe (Komparativ)
3. Höchstufe (Superlativ)

Zeitwörter können verschiedene Zeiten angeben. Die Zeitbiegung (Konjugation) kennt folgende Zeiten:

- Gegenwart (Präsens)
- Vergangenheit (Imperfekt, Präteritum)
- Vollendete Gegenwart (Perfekt)
- Vollendete Vergangenheit (Plusquamperfekt)
- Zukunft (Futurum)

Diese Zeiten können die Tätigkeitsform (Aktiv, Tatform) oder die Leideform (Passiv) bezeichnen. Unveränderlich in ihrer Form sind alle Wörter, die in die Restgruppe der Partikel gehören.

Von den genannten sechs Wortarten sind das Hauptwort, das Zeitwort und das Eigenschaftswort die wichtigsten. Der größte Teil unserer Wörter gehört einer dieser drei Wortarten an.

Das Zeitwort (Tätigkeitswort, Verb)

Das Verb drückt eine Tätigkeit aus und gibt gleichzeitig die Zeit an, in der diese Tätigkeit geschieht. Es ist daher oft der Kern einer Teil-Satzaussage.

Wir unterscheiden zwischen Vollverben, Hilfsverben und modifizierenden (einschränkenden, abändernden) Verben. Vollverben geben einen Zustand, einen Vorgang oder eine Tätigkeit wieder. Die Hilfsverben „haben“, „sein“ und „werden“ dienen oft dazu, den Vollverben die Aussage in einer bestimmten Zeit zu ermöglichen:

Er hat gelacht, sie ist gekommen, es wird geschehen.

Hilfsverben können auch als Vollverben stehen: Goethe ist ein Dichter, Karl hat Mut.

Modifizierende Verben (dürfen, mögen, müssen, können, sollen, wollen) dienen dazu, bestimmte Aussagen einzuschränken oder richtigzustellen:

Er sollte rechtzeitig da sein. Er schien sich verletzt zu haben.

Verben, die den 4. Fall bedingen, nennt man zielend (transitiv), alle anderen ziellos (intransitiv). Manche Zeitwörter können zielend oder ziellos gebraucht werden:

Er hängte seinen Mantel an den Haken (transitiv).

Der Mantel hing am Haken (intransitiv).

Die Beugung des Zeitwortes

Bei jedem Zeitwort unterscheiden wir den Stamm und die Endung: schlag en

Das Zeitwort verfügt für die drei Personen des Satzgegenstandes über verschiedene Formen in der Einzahl, in der Mehrzahl und für alle Zeiten. Dabei entspricht die Person

- | | |
|--|--|
| 1 dem Sprecher: ich trage, ich trug, ich werde getragen, wir tragen, wir werden tragen usw. | 3 der besprochenen Person oder Sache: er trägt, er hat getragen, sie werden tragen, sie wurden getragen usw. |
| 2 der angesprochenen Person: du trägst, du wirst tragen, ihr tragt, ihr werdet getragen usw. | |

Formen des Zeitwortes, die in dieser Weise Person und Zahl enthalten, nennen wir Personalformen. Wird die Form des Zeitwortes nicht durch Person und Zahl bestimmt, so haben wir infinite Verbformen vor uns. Zu ihnen gehören:

1. Die Nennform (Infinitiv): tragen
2. das Mittelwort der Gegenwart (Partizip Präsens: 1. Partizip): tragend
3. Das Mittelwort der Vergangenheit (Partizip Perfekt, 2. Partizip): getragen

Die Bezeichnung „Mittelwort“ erklärt sich aus der Mittelstellung dieser Form zwischen dem Zeitwort, von dem sie abgeleitet ist, und dem Eigenschaftswort, als das sie gebraucht werden kann: eine tragende Wand, eine getragene Melodie.

Starke und schwache Verben

Bei den starken Zeitwörtern verändert sich im Präteritum und im Mittelwort der Vergangenheit der Selbstlaut im Stamm (Stammvokal):

Nennform (Infinitiv):

sehen, bitten, liegen, beginnen, helfen, tragen, rufen, reiten, fliegen, hauen

Vergangenheit:

sah, bat, lag, begann, half, trug, rief, ritt, flog, hieb

Mittelwort der Vergangenheit:

gesehen, gebeten, gelegen, begonnen, geholfen, getragen, gerufen, geritten, geflogen, gehauen

Schwach nennt man ein Verb, dessen Stammvokal sich bei der Konjugation nicht ändert:

kochen, kochte, gekocht; zeigen, zeigte, gezeigt.

Bei den starken Verben setzen sich heute in manchen Fällen auch schwache Beugungsformen durch. Im Sinne der Sprachpflege scheint es aber geboten, die klangreicheren starken Beugungsformen zu erhalten. Über die Frage, ob ein Zeitwort stark oder schwach ist, gibt jedes Wörterbuch Auskunft.

Die Verhaltensrichtung

Beim Verb unterscheidet man zwei Richtungen des Verhaltens: das Aktiv und das Passiv (Tat- und Leideform).

Aktiv: Sie trägt ein neues Kleid.

Passiv: Die Kartoffeln werden in den Keller getragen.

Die Aussageweise (Modus)

Wir unterscheiden die Wirklichkeitsform (Indikativ), die Möglichkeitsform (Konjunktiv) und die Befehlsform (Imperativ).

Wirklichkeitsform: Er geht in die Schule; das Ei wird gekocht.

Möglichkeitsform: Was hülfe es dem Menschen, wenn er die ganze Erde gewönne...

Mit dem Konjunktiv wird auch ein Wunsch oder eine Bedingung ausgedrückt: Wenn er doch käme! Ich sagte es, wenn ich könnte.

Die Befehlsform drückt einen Rat, eine Aufmunterung, einen Befehl, eine Warnung oder ein Verbot aus: Gib mir das Buch! Laßt uns gehen!iß deinen Teller leer!

Formen des Zeitwortes

Nennform (Infinitiv): tragen

Mittelwort (Partizip): Gegenwart: tragend; Vergangenheit: getragen

Befehlsform (Imperativ): Einzahl: trage; Mehrzahl: tragt.

		Indikativ	Konjunktiv
Aktiv	Präsens	er trägt	er trage
	Imperfekt	er trug	er trüge
	Perfekt	er hat getragen	er habe getragen
	Plusquamperfekt	er hatte getragen	er hätte getragen
	Futurum	er wird tragen	er werde tragen
Passiv	Präsens	er wird getragen	er werde getragen
	Imperfekt	er wurde getragen	er würde getragen
	Perfekt	er ist getragen worden	er sei getragen worden
	Plusquamperfekt	er war getragen worden	er wäre getragen worden
	Futurum	er wird getragen werden	er werde getragen werden

Anmerkung: In der obenstehenden Übersicht wird jeweils die Dritte Person der Einzahl eingesetzt. Wären die Formen für alle drei Personen in Einzahl und Mehrzahl aufgeführt, entstünde eine unnötig große Tabelle.

Das Hauptwort (Substantiv)

Das Substantiv gibt allen Dingen der Welt einen Namen. Zu diesen Dingen gehören auch gedachte Erscheinungen wie Gefühle, Empfindungen, Handlungen, Zustände und Beziehungen. Die Substantive werden in „Konkrete“ (wirklich vorhandene Dinge) und „Abstrakta“ (gedachte Dinge) eingeteilt.

Zu den Konkreta gehören:

- a) die Eigennamen; sie bezeichnen einzelne Personen oder Dinge, die nur einmal vorkommen (Personen, Länder, Städte, Flüsse usw.): Karl, Anna, Deutschland, Köln, Zugspitze, Rumpelstilzchen, Schilda;
- b) Gattungsnamen, die eine ganze Gattung gleichartiger Dinge oder Lebewesen zusammenfassen: Personen, Pflanzen, Gewässer, Buch;
- c) Sammelnamen, die gleichgeartete Dinge oder Lebewesen in der Einzahl bezeichnen: Wald, Erde, Flotte.
- d) Stoffnamen, die feste, flüssige oder gasförmige Stoffe bezeichnen: Wasser, Holz, Fleisch, Gas.

Zu den Abstrakta gehören die Substantive, die Gedachtes wie Dinge bezeichnen, z.B. Seele, Schlaf, Friede, Reichtum, Alter, Ehrlichkeit, Freundschaft, Mathematik, Malerei.

Das Geschlecht der Hauptwörter

Mit jedem Hauptwort ist untrennbar eine Geschlechtsvorstellung verbunden. Wir kennen drei Gruppen des „grammatischen Geschlechts“:

männlich (maskulin), Abkürzung m; weiblich (feminin), Abkürzung f oder w; sächlich (neutrum, d. h. keines von beiden), Abkürzung n oder s

Die Zuordnung der Hauptwörter zu einem bestimmten Geschlecht erscheint oft willkürlich (der Löffel, die Gabel, das Messer) und läßt sich nicht in einer Regel zusammenfassen. Infolgedessen muß man zu jedem Substantiv das Geschlecht lernen.

Bei einer Reihe von Hauptwörtern schwankt das Geschlecht heute noch in unserer Sprache, z. B.: der, die oder das Dschungel, der oder das Filter, der oder das Kasperle, der oder das Knäuel, der oder das Liter, der oder das Meter, der oder das Teil, der oder das Zubehör.

Bei einer anderen Reihe von Wörtern ist bei dem gleichen Substantiv mit dem verschiedenen Geschlecht eine verschiedene Bedeutung verknüpft, z. B.:

Bauer (der: Landmann, das: Vogelkäfig)	Moment (der: Augenblick, das: Umstand)
Bund (der: Bündnis, das: Wolle)	See (der: Landsee, die: Meer)
Erbe (der: Erbender, das: Erbschaft)	Steuer (das: Lenkvorrichtung, die: Abgabe)
Flur (der: Korridor, die: Landfläche)	Stift (der: kurzes Stäbchen, das: fromme
Gehalt (der: Inhalt, das: Monatsgehalt)	Stiftung)
Hut (der: Kopfbedeckung, die: Schutz)	Verdienst (der: Erwerb, das: besondere
Junge (der: Menschenkind, das: Tierkind)	Leistung)
Kaffee (der: Getränk, das: Lokal)	Wehr (das: Stauanlage, die: Verteidigung)
Kunde (der: Käufer, die: Nachricht)	Weise (der: kluger Mensch, die: Art)

Die folgenden Substantive sind trotz ihrer gleichen Schreibweise nicht verwandt:

Harz (das: Baumabsonderung, der: Gebirge)	Messer (das: Obstmesser, der: Meßgerät)
Heide (die: Ödland, der: Nichtchrist)	Otter (der: Fischotter, die: Schlange)
Kiefer (der: Knochen, die: Baum)	Reis (der: Getreide, das: dünner Ast)
Leiter (die: Stehleiter, der: Leitender)	Tau (der: Niederschlag, das: dickes Seil)
Mangel (der: Fehler, die: Wäschetrommel)	Taube (die: Vogel, der: Gehörloser)
Mark (die: Geldeinheit, das: Knochenmark)	Tor (das: große Tür, der: Tölpel)

Der künec volget vñ. hagen sinen man.
 Die starcken vñ. we. begvnd er tragen an.
 C. daz iemen erkvnd. die recken vñ. zecoren.
 Von zweir frauwen hagen. wart mane ritter
Wie Sifrit vertaten wart.
Adem vierde mōge. zwē vñ. drizzic mā.
 Sah man zihof rite. d. wart do vñ. getā.
 Vñ. her dem richen. in w. er wider sert.
 Von lug da wūht den frauwen. di vil grozzen
Velap si do wūht. daz si for solten gan.
 Vñ. iahen daz si warē. die zivdgeres man.
 Den da her betwinge. diu Sifrides hant.
 Vñ. in zegisel braht. in daz vñ. heres laut.
Die boten er do grūzte. vñ. hiez si sitzen gan.
 Ir ein sprach dar vñ. der. herre lat vñ. stan.
 Vñ. wir gisagen m. d. diu her eulote sint.
 Ja habt ir zefind. d. wist mang' m. d. kint.
Ir vñ. d. sager zivdgast. vñ. och zivdger.
 Den ir da wilvnt tatent. diu grozzichen ser.
 Die went vñ. her ruten. mit her in ditz lant.
 Der künec begvnd zivne. do er di m. d. bevant.
Man hiez die manirere. zeherberg varen.
 Wie moht sich her Sifrit. do da vor bewaren.
 Ir ob' anders iemen. d. si da trügen an.
 Do wart sit in selben. zegrozzem leid getan.
Der künec mit sine frauwen. do trvrend gie.
 Hage von trom. in mit geruwen lie.
 Noch heten ez gescheide. genvg dez küniges mā.
 Do vult et hagen. me dez rates ab gestan.

Ir vñ. d. wer re
 Vñ. lat mich z
 Daz ich ir ger
 Vñ. mir sol w
So wol mich
 Als ob er ernt
 In vñ. sch neig
 Do sich der hr
Do schichten si
 Sifrit vñ. den C
 Do hiez er sich
 Die Sifrides red
Do sprach der st
 Ir sult hie blib
 Sie vñ. got g
 Ir sult bi d. kv
Diu hiezich si
 Do waren
 Die wñ. d.
 Man moht.
Ir helm vñ. och
 Sich reute vñ. d
 Da gie vñ. trom
 Er hat in gebē
So wol mich sp
 D. minne hebe sei
 Als min hie Sif
 Dez wil ich sp

Eine Seite aus der Berliner Nibelungenhandschrift. Das Nibelungenlied in seiner bekanntesten Form, das Werk eines unbekannten österreichischen Dichters aus dem Donauraum (Anfang des 13. Jahrhunderts), ist uns in vielen Handschriften übermittelt worden. Die bekanntesten sind die Handschrift A aus Hohenems, jetzt in der Bayer. Staatsbibliothek in München, die Handschrift B in der Stiftsbibliothek St. Gallen und die Handschrift C, ebenfalls aus Hohenems, jetzt im Besitz der Fürstlich Fürstenbergischen Bibliothek zu Donaueschingen. Die sogenannte Berliner Handschrift (J) aus dem 14. Jahrhundert stammt aus Tirol, wo sie 1797 auf Schloß Montani im Vintschgau entdeckt wurde



„Herr Rubin“ aus der Manessischen Handschrift (14. Jahrhundert). Die Manessische Handschrift, auch Großer Heidelberger Liederhandschrift genannt, ist die größte der drei Sammelhandschriften mittelhochdeutscher Minnelyrik. Sie erhielt ihren Namen nach dem Züricher Ratsherrn Rüdiger Manesse († 1304). Sie enthält Lieder von 140 Dichtern, die auf 137 ganzseitigen Miniaturen dargestellt worden sind

Die Beugung des Hauptwortes (Deklination)

Hauptwörter verändern ihre Form, wenn sie die Einzahl oder die Mehrzahl angeben und wenn sie in den verschiedenen Fällen auftreten.

Die Einzahl (Singular) besagt, daß die betreffende Person oder Sache nur einmal vorhanden ist (Karl, der Tisch, die Uhr, das Huhn). Das mehrfache Vorhandensein einer Person oder eines Dinges wird durch die Mehrzahl (Plural) ausgedrückt: die Matrosen, die Stühle, die Federn, die Messer). Manche Hauptwörter werden nur oder fast nur in der Mehrzahlform gebraucht, z. B. die Eltern, die Einkünfte, die Ferien, die Gliedmaßen, die Lebensmittel, die Tropen, die Zinsen).

In unserer Sprache unterscheiden wir vier Fälle:

1. Wer-Fall (Nominativ); Frage wer: der Freund; die Freunde
2. Wes-Fall (Genitiv); Frage wes oder wessen: des Freundes, der Freunde
3. Wem-Fall (Dativ); Frage wem: dem Freunde; den Freunden
4. Wen-Fall (Akkusativ); Frage wen oder was: den Freund; die Freunde.

Genau wie beim Zeitwort unterscheiden wir beim Hauptwort eine starke und eine schwache Form der Beugung; es gibt auch eine Mischform. Die Unterschiede lassen sich an den Endungen erkennen.

Beispiele für starke Beugung:

Der Mann, des Mannes, die Männer; der Sohn, des Sohnes, die Söhne; die Tochter, der Tochter, die Töchter

Beispiele für schwache Beugung:

Die Frau, der Frau, die Frauen; der Junge, des Jungen, die Jungen; der Mensch, des Menschen, die Menschen

Beispiele für die gemischte Beugung:

das Ohr, des Ohres, die Ohren; der Staat, des Staates, die Staaten; der Mast, des Mastes, die Masten

Weibliche Hauptwörter werden niemals gemischt, sächliche Hauptwörter niemals schwach gebeugt.

Das Eigenschaftswort (Adjektiv)

Das Eigenschaftswort drückt eine Stellungnahme des Sprechers zu Personen und Dingen, zu Tatsachen und Umständen aus. Es enthält ein Urteil oder stellt einen Zustand fest. Jede Stellungnahme kann durch den Steigerungsgrad abgestuft dargestellt werden. Viele Mittelwörter können die Leistungen des Eigenschaftswortes übernehmen. Die meisten Eigenschaftswörter können als Teil eines Satzgliedes (das schöne Mädchen, der hohe Turm) auftreten oder selbständige Satzglieder sein (das Mädchen ist schön, der Turm ist hoch). Schließlich können Eigenschaftswörter auch als Substantive auftreten (der erste Beigeordnete, die Rothaarige).

Eigenschaftswörter werden dekliniert (gebeugt), wenn sie als Attribute ein Hauptwort näher charakterisieren: des starken Mannes, der hübschen Dame, dem fleißigen Kinde.

Stehen mehrere Eigenschaftswörter bei einem Hauptwort, so erhalten alle die gleichen Endungen: ein langer weiter Weg, des langen weiten Weges.

Die Steigerung des Adjektivs

Durch die Steigerungsformen werden verschiedene Abstufungen ausgedrückt. Es werden auch Vergleiche zwischen zwei Dingen oder Personen angestellt: Franz ist groß. Franz ist so groß wie Gerhard. Albert ist größer als Franz. Jochen ist der größte von den dreien.

Die Grundstufe wird von der unveränderten Form des Eigenschaftswortes gebildet. Die Vergleichspartikeln sind „so–wie“:

Die Schachtel ist so lang wie breit. Das Haus ist genauso hoch wie der Baum.

Die Mehrstufe (Komparativ) wird durch das Anhängen der Silbe „er“ an die Grundstufe gebildet. Der Vergleichspartikel ist in der Hochsprache „als“: Der Rhein ist länger als der Main, diese Tropfen sind wirksamer als jene Tabletten.

Die Höchstufe (Superlativ) wird durch das Anhängen von „st“ oder „est“ an die Grundstufe gebildet: die schlechteste Verbindung, die wirksamste Waffe.

Mittelwörter, die an die Stelle von Adjektiven treten, werden nicht gesteigert. (Es gibt keine schreierenderen Kinder und keine gelobtesten Lande.)

Einige Eigenschaftswörter können nicht gesteigert werden, weil es der Wortsinn verbietet: voll, leer, taub, blind, ganz, tot, rund, viereckig, schwarz, rot usw.

Die Begleiter und Stellvertreter des Hauptwortes

In dieser Gruppe werden alle Wörter zusammengefaßt, die nur für das Hauptwort geschaffen und nur mit ihm zusammen verständlich sind. Manche können das Hauptwort in bestimmter Weise vertreten.

a) Das Geschlechtswort (Artikel)

Der Artikel bezeichnet das Geschlecht, die Zahl und den Fall des Hauptwortes. Wir unterscheiden den bestimmten und den unbestimmten Artikel. Der bestimmte Artikel (Einzahl: der, die, das; Mehrzahl: die) ist aus dem hinweisenden Fürwort hervorgegangen. Der unbestimmte Artikel (Einzahl: ein, eine, ein; Mehrzahl: fehlt) ist aus dem Zahlwort hervorgegangen. Auch an dieser Stelle zeigt sich, daß sich die Wortarten der Stellvertreter und Begleiter teilweise überschneiden.

Bestimmtes Geschlechtswort:					Unbestimmtes Geschlechtswort:				
Einzahl			Mehrzahl		Einzahl			Mehrzahl	
m	w	s	für alle 3 Geschlechter		m	w	s		
1. Fall	der	die	das	die	1. Fall	ein	eine	ein	fehlt
2. Fall	des	der	des	der	2. Fall	eines	einer	eines	
3. Fall	dem	der	dem	den	3. Fall	einem	einer	einem	
4. Fall	den	die	das	die	4. Fall	einen	eine	ein	

Bei Eigennamen (vor allem Personennamen) wird der Artikel weggelassen.

b) Das Fürwort (Pronomen)

Die Fürwörter können an die Stelle eines Hauptwortes treten. Hinter einem Fürwort können sich vielfältige Personen oder Dinge verbergen. Wir unterscheiden:

1. das persönliche Fürwort (Personalpronomen). Es tritt an die Stelle einer Person oder Sache;
2. das besitzanzeigende Fürwort (Possessivpronomen). Es gibt den Eigentümer einer Person oder Sache an;
3. das hinweisende Fürwort (Demonstrativpronomen). Es dient zur Bezeichnung eines Ortsverhältnisses;
4. das bezügliche Fürwort (Relativpronomen). Es bezieht sich auf ein vorausgegangenes Hauptwort und stellt eine Verbindung zu der folgenden Aussage her.
5. das Fragefürwort (Interrogativpronomen). Es stellt die Frage nach einer Person oder einem Ding.

Die Beugung der Fürwörter stimmt häufig weder mit der der Hauptwörter noch mit der der Eigenschaftswörter überein.

Die Beugung des persönlichen Fürwortes

		1. Person	2. Person	3. Person		
				m	w	s
Einzahl	1. Fall	ich	du	er	sie	es
	2. Fall	meiner	deiner	seiner	ihrer	seiner
	3. Fall	mir	dir	ihm	ihr	ihm
	4. Fall	mich	dich	ihn	sie	es
Mehrzahl	1. Fall	wir	ihr	sie		
	2. Fall	unser	euer	ihrer		
	3. Fall	uns	euch	ihnen		
	4. Fall	uns	euch	sie		

Die besitzanzeigenden Fürwörter geben den Eigentümer an. Sie stehen meist bei einem Hauptwort und richten sich wie die Eigenschaftswörter in Geschlecht, Zahl und Fall nach diesen.

Das hinweisende Fürwort kann allein oder bei einem Hauptwort stehen. Es ist ein Pronomen der 3. Person und verstärkt dessen Bedeutung nachdrücklich. Hinweisende Fürwörter sind: der, die, das; dieser, diese, dieses; jener, jene, jenes; derjenige, diejenige, dasjenige; derselbe, dieselbe, dasselbe; solcher, solche, solches.

Das bezügliche Fürwort leitet einen Nebensatz ein und bezieht ihn auf ein Haupt- oder Fürwort des übergeordneten Satzes (er berichtete von dem Auto, das er gesehen hatte). Als Relativpronomen dient heute meistens das Demonstrativpronomen: der, die, das. Es wird nur alleinstehend gebraucht. Das Demonstrativpronomen welcher, welche, welches wird im Gebrauch immer selbener.

Das Fragefürwort wer, was ist bereits bei der Frage nach den Fällen aufgetreten. Daneben wird das Fragefürwort welcher, welche, welches gebraucht, das nach einem ganz bestimmten Einzelwesen oder einem bestimmten Ding aus einer feststehenden Gruppe fragt.

Das unbestimmte Fürwort (Indefinitivpronomen)

Das unbestimmte Fürwort nimmt eine Stellung zwischen den Fürwörtern und den Zahlwörtern ein. Zu dieser Gruppe gehören:

alle, andere, beide, einer, einige, ein paar, etliche, jeder, jedermann, jedweder, jeglicher, jemand, niemand, kein, man, mancher, mehrere, sämtlich, etwas.

Ein Teil dieser unbestimmten Fürwörter ist nicht deklinierbar.

c) Das Zahlwort (Numerale)

Die Zahlwörter treten dort als Begleiter auf, wo die Zahl von Personen oder Dingen näher bestimmt werden muß. Die unbestimmten Zahlwörter (mehrere, andere, viele, wenig) wurden bei den Indefinitivpronomen besprochen. Wir unterscheiden:

1. Die Grundzahlen (Kardinalzahlen)

Die Grundzahl wird als Beifügung oder alleinstehend gebraucht und beantwortet die Frage: Wie viele? Hans hat drei Hefte. Der Dichter ist 60 Jahre alt.

Die Kardinalzahlen (null, eins, zwei, drei, sieben, zwölf, fünfzehn) sind die Zahlen, mit denen wir rechnen. Die Zahlen 100 und 1000 werden auch als Substantive gebraucht. Die Zahlwörter Million, Milliarde, Billion usw. gibt es nur als Hauptwörter.

2. Die Ordnungszahlen (Ordinalzahlen)

Diese Zahlwörter geben eine bestimmte Reihenfolge oder Rangfolge an. Sie werden als Beifügung oder alleinstehend gebraucht (das erste Flugzeug; heute ist der 12.). Die Ordnungszahlen werden dadurch gebildet, daß man an die betreffende Kardinalzahl die Endung „te“ anhängt (der zweite, der fünfte). Abweichend davon jedoch: der erste (nicht der einte) und der dritte (nicht der dreite).

Das Ausrufewort (Interjektion)

Ausrufewörter drücken Empfindungen wie die der Freude, des Schmerzes, der Verwunderung, des Abscheus und ähnliche aus: ei, ach, haha, heiße, au, autsch, pfui, aha, herrje, igitt, hu, hihi usw. Oft ist eine Interjektion nur im Sprechzusammenhang verständlich („Oh“ kann ebenso eine Äußerung der Freude wie des Entsetzens sein).

Die Restgruppe (Partikel)

Den Wörtern dieser Restgruppe ist gemeinsam, daß sie keiner Formveränderung unterliegen:

a) Das Umstandswort (Adverb)

Umstandswörter geben die näheren Umstände eines Geschehens oder einer Eigenschaft an.

1. Umstandswörter des Ortes beantworten die Fragen: wo, wohin, woher. Zu ihnen gehören: hier, dahin, dorthin, da, dort, herauf, herab, dorthin, bergauf, feldein, oben, unten, nirgends, überall, längs, links, rechts.
2. Umstandswörter der Zeit beantworten die Fragen: wann, wie lange, wie oft (seit wann, bis wann). Zum Beispiel: heute, morgen, übermorgen, gestern, jetzt, bald, jederzeit, seither, bisher, wieder, einmal, nochmals, bereits, schon, zugleich, beizeiten, seitdem, fortan usw.
3. Umstandswörter der Art und Weise beantworten die Frage wie, zum Beispiel: gut, gern, kopfüber, anders, wirklich, sicher, vergebens, umsonst, derart, dergestalt, glücklicherweise, sehr, stark, wenig, fast, kaum, beinahe und ähnliche
4. Umstandswörter des Grundes beantworten die Fragen: warum, weshalb, wozu, wodurch, worüber, zum Beispiel: deshalb, darum, deswegen, daher, folglich, hierdurch, gegebenenfalls, andernfalls, sonst, jedenfalls, trotzdem, gleichwohl, dazu, hierzu und ähnliche.

b) Das Verhältniswort (Präposition)

Die Verhältniswörter bezeichnen das Verhältnis, in dem zwei Hauptwörter zueinander stehen (ein Ball kann zum Beispiel in dem Korb, neben dem Korb, vor dem Korb, hinter dem Korb usw. liegen). Verhältniswörter verlangen („regieren“) immer einen bestimmten Fall.

1. Verhältniswörter mit dem zweiten Fall: anfangs, unweit, mittels, kraft, laut, vermöge, ungeachtet, oberhalb, unterhalb, innerhalb, außerhalb, diesseits, jenseits, wegen, inmitten, seitens, unbeschadet, während usw. (jenseits des Flusses, während meiner Krankheit, trotz vieler Irrtümer, unweit der Unfallstelle).
2. Verhältniswörter mit dem dritten Fall: aus, außer, binnen, bei, dank, fern, gemäß, mit, samt, entgegen, nächst, nebst, samt, seit, von, zu, zuwider (entgegen dem Verbot; bei dem Abgeordneten; dem Versprechen gemäß).
3. Verhältniswörter mit dem vierten Fall: bis, durch, entlang, für, gegen, ohne, um, wider (für die Freiheit, wider die Knechtschaft, ohne die Freunde).
4. Verhältniswörter mit dem dritten oder vierten Fall: an, auf, hinter, in, neben, über, unter, vor, zwischen (die Blumen stehen auf dem Tisch; er stellt die Blumen auf den Tisch).

c) Das Bindewort (Konjunktion)

Bindewörter verbinden Wörter, Satzteile oder Sätze. Wir unterscheiden:

1. Anreihende Bindewörter: und, auch, zudem, noch, dann, sowie, ferner, außerdem u. ä.
2. Entgegenstellende Bindewörter: aber, jedoch, dennoch, trotzdem, oder, andernfalls, sonst, dagegen, allein u. ä.
3. Begründende Bindewörter: denn, nämlich, doch u. ä.
4. Folgernde Bindewörter: also, folglich, in-folgedessen, mithin, somit, demnach, daher, darum, deswegen, deshalb.
5. Doppelbindewörter: sowohl-als auch, we-der-noch, nicht nur-sondern auch, teils-teils, entweder-oder.

Wortbildung

Sprache ist immer etwas Lebendiges. Unsere Sprache verändert sich ständig. Neue Wörter werden geschaffen, alte geraten in Vergessenheit oder wechseln ihre Bedeutung. Man schätzt den Wortschatz der deutschen Sprache heute auf etwa 300 000 Wörter (der Wortschatz der Wissenschaft und Technik ist hierbei nicht berücksichtigt). Über die Hälfte der Wörter unserer Hochsprache sind Hauptwörter, etwa ein knappes Viertel sind Zeitwörter, ein Achtel Adjektive, während sich der Rest auf die übrigen Wortarten verteilt. Das umfangreichste Wörterbuch der deutschen Sprache begannen die Gebrüder Grimm vor 120 Jahren. Es wird wohl in einigen Jahren fertiggestellt sein.

Neue Wörter lassen sich aus dem vorhandenen Sprachgut auf verschiedenen Wegen bilden.

Wir unterscheiden im wesentlichen drei wichtige Möglichkeiten der Wortbildung:

1. Zusammensetzen von zwei oder mehreren bekannten Wörtern zu einem neuen Wort.
2. Ableitung aus einem bekannten Wort mit Hilfe von Nachsilben.
3. Bildung eines neuen Wortes aus einem bekannten Wort mit Hilfe von Vorsilben.

1. Wortbildung durch Zusammensetzung

In jedem zusammengesetzten Wort (Bohnenstange) unterscheiden wir zwei Teile. Den zweiten Teil (Stange) bezeichnen wir als „Grundwort“. Dieses Grundwort bestimmt Wortart und Geschlecht des neuen Wortes. Es ist meist ein weiterer Begriff, der durch den ersten Teil näher bestimmt wird. Das erste Wort (Bohne) bezeichnen wir daher als „Bestimmungswort“. Das neuentstandene Wort besteht für sich, die Verbindung ist fest. Die beiden Wörter können auch nicht vertauscht werden (eine Stangenbohne ist etwas anderes als eine Bohnenstange).

Neben glatten Zusammensetzungen (Regenschirm, blutrot, teilnehmen) taucht in der Fuge zwischen Bestimmungswort und Grundwort ein Fugenlaut oder eine Fugensilbe auf (Hundehütte, Königskind, Straußenei, Bilderbuch). Zusammengesetzte Wörter können als solche wieder mit anderen neu zusammengesetzt werden (Straßenbahnschaffner, Feuerwehrmann). Man hüte sich aber vor überlangen Zusammensetzungen. Dabei können komische oder häßliche Wortungeheuer entstehen (Dudelsackpfeifenmachergeselle, Kraftfahrzeugsteuersachbearbeiter).

Besonders häufig und wichtig ist die Zusammensetzung von einfachen Partikeln mit Zeitwörtern. Dabei werden vor allem die Partikel an, ab, auf, vor, zu, nach, bei, mit, ein, her, hin, dar, fort, weg, über, unter, durch, um, wieder, wider, hinterher benutzt (anrufen, abfahren, aufgeben, vormachen, zureden, nacheifern, beipflichten). Diese Zusammensetzungen stellen aber keine festen Verbindungen dar. In den meisten Zeitformen steht der Partikel stets getrennt von dem Zeitwort meist am Ende des Satzes (Fritz wollte mich abholen, Fritz holte mich ab).

2. Ableitung aus bekannten Wörtern mit Hilfe von Nachsilben

Die einfachste Form der Ableitung ist das Weglassen der Endsilbe, zum Beispiel: Graben – Grab; schlafen – Schlaf; siegen – Sieg.

Bei dieser Form der Ableitung tritt oft ein sogenannter „Ablaut“ auf: klingen – Klang, fliegen – Flug, reiten – Ritt, werfen – Wurf.

Eine große Zahl von Ableitungen wird mit Hilfe von Nachsilben gebildet. Die wichtigsten Nachsilben (Suffixe) sind:

- e: Hilfe, Grube, Sprache, Fuhre, Quelle, Sprache, Lüge, Fremde
- er: Juchzer, Triller, Seufzer, Kracher, Böller, Jodler
- ei (-erei): Bummelei, Trödelei, Klingelei, Zauberei, Brüllerei, Toberei, Bäckerei, Metzgerei, Schlosserei, Ziegelei
- in: Kindergärtnerin, Lehrerin, Ärztin, Beamtin, Malerin, Schreiberin, Sängerin
- heit: Kindheit, Schönheit, Gewandtheit, Berühmtheit, Neuheit
- keit: Heiterkeit, Eitelkeit, Einsamkeit
- igkeit: Müdigkeit, Kleinigkeit, Neuigkeit, Obrigkeit
- nis: Gefängnis, Erzeugnis, Kenntnis, Finsternis, Wildnis, Bündnis
- sal (sel): Scheusal, Drangsal, Schicksal, Stöpsel, Rätsel, Wechsel
- schaft: Gewerkschaft, Ortschaft, Landschaft, Genossenschaft, Eigenschaft, Gefangenschaft
- tum: Reichtum, Irrtum, Brauchtum, Wachstum, Christentum, Besitztum
- ung: Verspätung, Gesinnung, Krönung, Hemmung, Belegung, Hoffnung

Die Nachsilben -chen, -lein, -ling deuten bei Hauptwörtern meist eine Verkleinerung an.

- chen: Brüderchen, Schwesterchen, Töpfchen, Bildchen, Kästchen, Päckchen
- lein: Büchlein, Kindlein, Brüderlein, Tischlein, Bienlein, Häuslein
- ling: Keimling, Setzling, Fäustling, Pfifferling, Fingerling, Silberling, Säugling, Liebling

Bei der Ableitung von Eigenschaftswörtern finden wir vor allem folgende Nachsilben:

-bar:	tragbar, sonderbar, lieferbar, drehbar, offenbar
-ern (-en):	hölzern, stählern, steinern, gläsern, golden, seiden, wollen, irden
-ig:	gütig, schäbig, ölig, steinig, bucklig, findig, klapprig, langweilig, winklig
-lich:	brüderlich, herrlich, königlich, rötlich, öffentlich, stündlich, unvermeidlich, zerbrechlich, gelegentlich
-isch:	englisch, französisch, russisch, neidisch, malerisch, kindisch, musikalisch, schöpferisch
-haft:	lebhaft, krankhaft, tugendhaft, wahrhaft
-sam:	langsam, strebsam, wundersam, unbeugsam

Zur Bildung von Zeitwörtern werden folgende Nachsilben benutzt:

-eln:	lächeln, grübeln, betteln, nageln, witzeln
-ern:	schmettern, klettern, glitzern, wiehern, schnattern, lodern
-igen:	ängstigen, reinigen, steinigen, sündigen, bändigen

3. Wortbildung mit Hilfe von Vorsilben

Die folgenden Vorsilben (Präfixe) werden bei der Bildung von neuen Haupt- und Eigenschaftswörtern benutzt:

Un-:	Untat, Unart, Undank, Unwetter, Unmensch, unbegreiflich, untreu, unschön, ungepflegt usw.
Ur-:	Ursache, Urgeschichte, Urmensch, Urwald, uralte, urtümlich, urplötzlich

Zeitwörter werden durch folgende Vorsilben gebildet:

be-:	begreifen, bedrohen, beschimpfen, belohnen, bekleiden, bewirten, bemogeln, beschmieren, bebauen usw.
er-:	erwachen, erschrecken, erröten, ergänzen, erneuern, erwidern, erlöschen, ermorden, ertrinken usw.
ent-:	entfliehen, entschädigen, entflammen, entzünden, entschern, entgleisen, entscheiden usw.
ver-:	verdienen, verschönern, verbessern, vernageln, verbergen, verkorken, vergolden, veralbern usw.
zer-:	zertrümmern, zerbrechen, zerstückeln, zerlöchern, zerkleinern, zerschlagen, zerfallen usw.

Folgende Vorsilben können bei mehreren Wortarten stehen:

ge-:	Gebirge, Gelände, Gesinde, genug, gerecht, gemäß, geheim, reichen, gelingen, geschehen usw.
miß-:	mißachten, mißdeuten, mißbilligen, mißtrauisch, mißgelaunt, mißbräuchlich, Mißgriff, Mißernte, Mißgunst, Mißfallen usw.

Wortfamilien und Wortfelder

Zu einer „Wortfamilie“ gehören alle Wörter, die den gleichen Stamm haben, die von diesem Stamm abgeleitet wurden, und die Zusammensetzungen, in denen dieser Stamm als Grundwort oder als Bestimmungswort vorkommt:

denken: denken, ausdenken, bedenken, durchdenken, gedenken, nachdenken, überdenken, wegdenken, zurückdenken, Andenken, Bedenken, Denkart, Denkaufgabe, Denkfehler, Denkmal, Denkschrift, Denkvermögen, Denkweise, Denktettel, Gedenktafel, Gedenkstein, Gedenktag,

bedacht, Bedächtigkeit, Gedächtnis, Gedächtnisstütze, Gedanke, Gedankenfreiheit, Gedanken-
gang, Gedankensprung, Hintergedanke, Andacht,
denkbar, nachdenklich, unbedenklich, bedenkenlos, bedacht, unbedacht, bedachtsam, vorbe-
dacht, gedankenlos, gedankenvoll, andächtig usw.
(Es lassen sich sicher noch viele Wörter finden, die in diese Familie gehören.)

Zu einem „Wortfeld“ gehören beispielsweise alle Wörter, die mit dem Begriff „Klugheit“ zusam-
menhängen:

Auffassungsgabe, Begabung, Genie, Gescheitheit, Geisteskraft, Humor, Intelligenz, Klugheit,
Menschenverstand, Mutterwitz, Raffinement, Scharfsinn, Schlaueit, Urteilsfähigkeit, Umsicht,
Weitblick, Witz, Weisheit usw. (In dieses Wortfeld lassen sich natürlich auch Eigenschaftswörter
und Zeitwörter einordnen.)

Satzlehre

Jeder Satz ist eine Sinneinheit, die nur im Zusammenhang verständlich wird. Wird ein Satz aus dem Zusammenhang gelöst, kann er mißverstanden oder gar unverständlich werden. Auch die Kenntnis der Person des Sprechers und der Satzmelodie (Betonung) kann zum Verständnis eines Satzes notwendig sein.

Beispiel: Wir gehen heute abend ins Theater.

Wir gehen heute abend in das Theater (nicht etwa die anderen, die das behauptet haben)

Wir *gehen* heute abend in das Theater (den Wagen lassen wir des schönen Wetters wegen zu Hause)

Wir gehen *heute* abend in das Theater (nicht morgen, wie es ursprünglich vorgesehen war)

Wir gehen heute *abend* in das Theater (nicht in die Nachmittagsvorstellung)

Wir gehen heute abend *in* das Theater (wir machen nicht den üblichen Bummel über den Theaterplatz)

Wir gehen heute abend in *das* Theater (nicht in jenes Theater)

Wir gehen heute abend in das *Theater* (nicht etwa ins Kino)

Zum Verständnis des obenstehenden Satzes ist die Kenntnis der Situation des Sprechers notwendig.

Nach dem Inhalt können wir alle Sätze in vier Gruppen (Satzarten) zusammenfassen:

- | | |
|--|--|
| <p>1. Der Aussagesatz
Er schildert einen Sachverhalt oder berichtet von einem Ereignis: Irene geht in die Schule.</p> <p>2. Der Aufforderungssatz (Die Aufforderung kann ein Wunsch oder ein Befehl sein.):
Gib mir bitte das Buch! Hilf ihm doch! Kommen Sie mit!</p> | <p>3. Der Ausrufesatz (Er verrät immer innere Anteilnahme.):
Das hast du aber sehr schön gemacht! Wie mich das freut!</p> <p>4. Der Fragesatz (Die Frage kann eine Frage zur Ergänzung meines Wissens, eine Entscheidungsfrage oder eine Scheinfrage [rhetorische Frage] sein.):
Wie groß ist eigentlich der Bodensee? Willst du einen Apfel? Wie konnte ich nur so dumm sein?</p> |
|--|--|

Die Grenzen zwischen den einzelnen Satzarten lassen sich nicht immer genau ziehen, z. B.:

Sie bleiben noch hier. (Aussagesatz)
Sie bleiben noch hier? (Fragesatz)

Sie bleiben noch hier! (Befehlssatz)

Der einfache Satz

Der Säugling schreit.

Hier haben wir die einfachste Form eines Satzes vor uns. Wir erfahren, daß etwas geschieht, jemand schreit. Wir erfahren auch, wer der Schreihals ist. Die beiden Teile dieses Satzes „Der Säugling...“ und „...schreit“ wären für sich beziehungslos und unverständlich. Diese beiden Satzteile bezeichnen wir als Satzkern (Satzaussage, Prädikat) und als Satzgegenstand (Subjekt). Der Satzkern berichtet, was geschieht (schreit). Auf die Frage: „wer“ schreit, antwortet der Satzgegenstand (der Säugling). Der Satzgegenstand besteht aus zwei Wörtern (dem Artikel „Der“ und dem Substantiv „Säugling“.) Wir sehen bereits an dieser Stelle, daß ein Satzteil aus mehreren Wörtern bestehen kann.

Satzteile und Wortarten dürfen nie miteinander verwechselt werden!

Der erweiterte Satz

Der einfache Satz kann durch Ergänzungen (Objekte), Umstandsbestimmungen (Adverbialien) und Beifügungen (Attribute) erweitert werden:

Jochen fand gestern auf der Straße eine neue Brieftasche.

Dieser Satz besteht aus mehreren Satzteilen. Der Satzkern (fand) und der Satzgegenstand (Jochen) lassen sich leicht bestimmen.

Jochen fand gestern auf der Straße eine neue Brieftasche.

Jochen fand gestern eine neue Brieftasche auf der Straße.

Gestern fand Jochen eine neue Brieftasche auf der Straße.

Gestern fand Jochen auf der Straße eine neue Brieftasche.

Auf der Straße fand Jochen gestern eine neue Brieftasche.

Eine neue Brieftasche fand Jochen gestern auf der Straße.

Aus diesem Beispiel läßt sich ersehen, daß sich die einzelnen Satzglieder (Jochen, auf der Straße, gestern, eine Brieftasche) beliebig umstellen lassen. Nur der Satzkern bleibt im Satzinnern auf dem zweiten Platz.

Morgen wird uns Tante Emma besuchen.

Auch in diesem Beispiel, in dem der Satzkern aus zwei Wörtern besteht (wird besuchen), lassen sich die Glieder des Satzes vertauschen. Die beiden Teile des Satzkerns behalten aber stets den zweiten und letzten Platz und umschließen die anderen Satzglieder wie eine Klammer.

Die Satzergänzung

1. Die Ergänzung im vierten Fall (Akkusativobjekt)

Sie bezeichnet den Zielpunkt, auf den sich die Tätigkeit des Subjektes richtet, sie antwortet auf die Frage: „wen oder was?“:

Karin füttert den Hund.

Ich trage den Koffer.

Er unterrichtet das Kind.

2. Die Ergänzung im dritten Fall (Dativobjekt)

Sie bezeichnet oft die Hinwendung des Subjektes zu einer anderen Person und antwortet auf die Frage: „wem“:

Karin hilft der Mutter.

Ich danke dir.

Er folgt seinem Herrn.

3. Die Ergänzung im zweiten Fall (Genitivobjekt)

Sie ist in unserer Sprache im Aussterben.

Es gibt nur noch wenige Zeitwörter, die diese Ergänzung im zweiten Fall erfordern.

Sie antwortet auf die Frage: „wessen?“:

Karin bedarf der Anleitung.

Ich gedachte der Freunde.

Er enthielt sich der Stimme.

Die Umstandsbestimmung (Adverbiale Ergänzung)

1. Die Umstandsbestimmung des Ortes: Sie bestimmt den Ort des Geschehens und antwortet auf die Fragen: „wo, wohin, woher?“:

Karin wohnt in Berlin.

Ich ging in die Stadt.

Er kam aus der Schule.

2. Die Umstandsbestimmung der Zeit: Sie bestimmt näher die Zeit eines Geschehens und beantwortet die Fragen: „wann, wie lange, wie oft?“:

Karin wird morgen abreisen.

Ich warte bis Mitternacht.

Er bezahlt wöchentlich.

- | | |
|---|--|
| <p>3. Die Umstandsbestimmung der Art: Sie bestimmt näher die Art und Weise, wie ein Geschehen abläuft. Sie beantwortet die Frage: „wie?“:
 Karin liest gern.
 Ich fahre mit der Bahn.
 Er wirkte sehr müde.</p> | <p>4. Die Umstandsbestimmung des Grundes: Diese Form der Begründungsergänzung ist in unserer Sprache selten. Sie beantwortet die Frage: „warum?“:
 Karin stolpert aus Unachtsamkeit.
 Ich muß wegen meiner Krankheit fehlen.
 Er verunglückte infolge seiner Übermüdung.</p> |
|---|--|

Beifügung (Attribut und Apposition)

Beifügungen sind keine selbständigen Satzglieder. Sie machen nähere Angaben zu Hauptwörtern, die in dem Satz vorkommen. Am häufigsten werden Adjektive (und Mittelwörter) als Attribute verwendet. Es können aber auch Hauptwörter im zweiten Fall oder Hauptwörter mit einer Präposition als Beifügung auftreten:

Karin stellt die frischen Blumen in die Vase.
 Ich verließ das Haus meines Vaters.
 Er traf seinen Nachbarn aus dem Theater.

Bei einer Umstellung der Satzglieder bleiben die Beifügungen immer bei dem Substantiv, das sie näher erläutern.

Wir betrachten noch einmal einen erweiterten Satz:

Vor einer Woche zeigte Jochen seinem Freund Christian in der letzten Unterrichtsstunde heimlich ein Bild seiner Freundin.

Satzkern (Prädikat):	zeigte
Satzgegenstand (Subjekt):	Jochen
Satzergänzung (Dativobjekt):	seinem Freund Christian
Satzergänzung (Akkusativobjekt):	ein Bild seiner Freundin
Umstandsbestimmung der Zeit:	in der letzten Unterrichtsstunde vor einer Woche
Umstandsbestimmung der Art:	heimlich
Beifügungen:	einer (zu Woche) seinem Freund (zu Christian) letzten (zu Unterrichtsstunde) seiner Freundin (zu ein Bild)

Der Satz Kern ist ein Zeitwort. Er beantwortet die Frage „was tut (bzw.: wie verhält sich) das Subjekt?“ Er kann einteilig sein (Jochen zeichnet, Karin sang) oder aus mehreren Teilen bestehen: Jochen hat gezeichnet, Karin wird singen, Jochen pflegt zu zeichnen, Karin mußte vorsingen.

Der Satzgegenstand kann ein Hauptwort oder ein Fürwort sein. Er beantwortet die Frage „wer oder was?“ in Verbindung mit dem Satz Kern:

Jochen arbeitet (wer arbeitet?: Jochen)
 Karin geht spazieren (wer geht spazieren? Karin)

Als Satzgegenstand kann auch ein Verbum in der Nennform oder ein Gliedsatz auftreten: Wer froh ist, der ist König.

Satzergänzungen in allen drei Fällen können Hauptwörter oder Fürwörter sein. Als Akkusativ- und Genitivobjekte können auch Gliedsätze auftreten.

Das Genitivobjekt beantwortet die Frage: „wessen?“

Das Dativobjekt beantwortet die Frage: „wem?“

Das Akkusativobjekt beantwortet die Frage: „wen oder was?“

Die Umstandsbestimmungen können Hauptwörter, Zeitwörter, Eigenschaftswörter und Mittelwörter, Partikel und unter Umständen Gliedsätze sein.

Die Ortsergänzungen beantworten die Fragen: „wo, wohin, woher, wie weit?“

Jochen wohnt bei seinen Eltern. (Der Satzteil „bei seinen Eltern“ ist eine Umstandsbestimmung des Ortes! Kein Dativobjekt!)

Die Zeitergänzungen beantworten die Fragen: „wann, wie lange, seit wann, wie oft?“

Die Artergänzungen beantworten die Fragen: „wie, wieviel, wie sehr, woraus?“

Die Begründungsergänzungen beantworten die Fragen: „warum, weshalb, in welchem Fall, unter welcher Bedingung, in welcher Absicht, wodurch, womit?“

Der zusammengesetzte Satz

Der zusammengesetzte Satz besteht aus zwei oder mehr Teilsätzen. Diese Teilsätze bilden gemeinsam eine Einheit. Keiner der Teile kann für sich bestehen. Setzt sich diese Aussageeinheit aus gleichwertigen Hauptsätzen zusammen, so sprechen wir von einer Satzreihe oder Satzverbindung. Besteht diese Einheit aus einem Hauptsatz und einem (oder mehreren) Gliedsatz, so sprechen wir von einem Satzgefüge.

Jedes Satzglied (außer dem Satzkern) oder auch Teile dieser Glieder lassen sich durch einen Satz ausdrücken:

Der Fleißige wird gelobt; wer fleißig ist, wird gelobt.

Bellende Hunde beißen nicht; Hunde, die bellen, beißen nicht.

Das Gericht tagte am Unfallort; das Gericht tagte dort, wo sich der Unfall ereignet hatte. Diese Sätze, die ein Satzglied oder ein Teilglied vertreten, nennen wir Gliedsätze (Nebensätze). Schon aus der Bezeichnung Gliedsatz wird ersichtlich, daß ein solcher Satz nicht für sich bestehen kann. Er ist immer von einem Hauptsatz abhängig.

1. Die Satzverbindung

Die Satzverbindung besteht aus einander nebengeordneten gleichwertigen Hauptsätzen. Diese Sätze werden durch Komma oder Semikolon getrennt:

Jochen bastelt an seinem Flugzeug; seine Schwester übt auf dem Klavier.

Diese beiden Sätze können in einer Satzverbindung zusammengefaßt werden:

Jochen bastelt an seinem Flugzeug, seine Schwester übt auf dem Klavier.

Hauptsätze können in Satzverbindungen durch Bindewörter verbunden werden. Diese Verbindung kann verschiedener Art sein. Wir unterscheiden:

a) anreihende Verbindung

Die Inhalte der beiden Sätze sind gleichwertig:

Jochen bastelt an seinem Flugzeug, und seine Schwester übt auf dem Klavier.

b) ausschließende Verbindung

Der Inhalt des einen Satzes schließt den Inhalt des anderen aus:

Entweder bezahlen sie ihre Schulden, oder ich verklage sie.

c) entgegensetzende Verbindung

Der Inhalt des einen Satzes steht dem des anderen entgegen:

Jochen soll Tennis spielen, er kann aber auch ins Schwimmbad gehen.

d) begründende Verbindung

Der Inhalt des einen Satzes begründet den des anderen:

Karin singt gern, darum wird sie zur Chorprobe kommen.

Jochen lernt eifrig, denn er will eine gute Note haben.

2. Das Satzgefüge

Besteht eine Aussageeinheit aus einem Hauptsatz und einem Gliedsatz (Nebensatz), so sprechen wir von einem Satzgefüge. Im Gegensatz zur Gleichwertigkeit der Teile einer Satzreihe besteht zwischen Hauptsatz und Gliedsatz eine Über- bzw. Unterordnung.

Gliedsätze können vor dem Hauptsatz (einleitend), in dem Hauptsatz (eingeschoben) und hinter dem Hauptsatz (nachgestellt) sein.

Einleitender Gliedsatz: Weil er fleißig war, wurde Jochen gelobt.

Eingeschobener Gliedsatz: Jochen wurde, weil er fleißig war, gelobt.

Nachgestellter Gliedsatz: Jochen wurde gelobt, weil er fleißig war.

Arten der Gliedsätze

Gliedsätze beantworten dieselben Fragen wie die Satzglieder, an deren Stelle sie getreten sind. Danach unterscheiden wir:

a) Subjektsätze:

Wer nicht hören will, muß fühlen. (Wer muß fühlen?: wer nicht hören will)

Ob er auftreten kann, ist noch nicht sicher. (Was ist nicht sicher?: ob er auftreten kann)

b) Objektsätze:

Ich erinnere mich, daß er damals krank war. (Wessen erinnere ich mich?: daß er krank war)

Er wußte, daß er etwas vergessen hatte. (Was wußte er?: daß er etwas vergessen hatte)

c) Adverbialsätze:

Ich fand ihn dort, wo ihn niemand gesucht hätte. (Wo fand ich ihn?: wo ihn niemand gesucht hätte)

Als die Sonne aufging, wanderten wir weiter. (Wann wanderten wir weiter?: als die Sonne aufging)

Er vernichtete den Brief, indem er ihn verbrannte. (Wie vernichtete er den Brief?: indem er ihn verbrannte)

Jochen ging zum Zahnarzt, weil er Schmerzen hatte. (Warum ging er zum Zahnarzt?: weil er Schmerzen hatte)

d) Attributsätze:

Unser Nachbar, der gerne Geige spielt, besucht uns gelegentlich. (Was für ein Nachbar?: der gerne Geige spielt)

Viele Gliedsätze werden mit dem Hauptsatz durch besondere „Einleitewörter“ verbunden. Je nach diesen Einleitewörtern unterscheiden wir:

a) Relativsätze:

Als Einleitewörter dienen Relativpronomen:
Ich bin jedem, der mir hilft, sehr dankbar.
Jener Mann, der die Tat beobachtet hat, soll sich melden.

b) Indirekte Fragesätze (Interrogativsätze):

Das Einleitewort ist ein Fragewort:
Berichte mir, was geschehen ist. Wann das Unglück geschah, weiß er nicht genau. Sie verschwieg, wo er sich verletzt hatte.

c) Konjunktionalsätze (Einleitewörter sind Konjunktionen):

Er wußte, daß sie ihn belog. Weil du fleißig warst, darfst du jetzt nach Hause gehen. Wenn es regnet, bringe ich dich nach Hause. Ich werde nie vergessen, daß du mein Freund bist.

Satzglieder werden zu Gliedsätzen

Der Infinitiv mit „zu“ kann als Satzglied so stark werden, daß er zum Gliedsatz wird (Infinitivsatz):

Ich bin bereit zu zahlen.

Ich bin bereit, jeden Preis zu zahlen.

Ebenso wie der Infinitiv kann ein Partizip als Satzteil ein solches Gewicht erhalten, daß es zum Gliedsatz wird (Partizipialsatz):

Singend fuhren wir durch das Land.

Alle bekannten Wanderlieder singend, fuhren wir durch das Land.

Auch substantivische Attribute (Appositionen) können nachgetragen ein Gewicht erhalten, das sie zu Gliedsätzen werden läßt:

Ich traf meinen Klassenkameraden Joachim nach langen Jahren wieder.

Ich traf Joachim, einen Klassenkameraden aus meiner Jugendzeit, nach langen Jahren wieder.

Die „Ersparung von Redeteilen“ (Ellipse) kann zur Verschleierung von Gliedsätzen führen:
Ende gut, alles gut. (Wenn das Ende gut ist, dann ist alles gut.)

Die Rechtschreibung (Orthographie)

Die Rechtschreibung unserer Sprache ist deshalb besonders schwierig, weil viele Wörter nicht lauttreu geschrieben werden. Die folgenden Hinweise wollen versuchen, hier Klarheit zu schaffen. Im Zweifelsfall sei immer auf den „Duden“, Rechtschreibung der deutschen Sprache und der Fremdwörter, hingewiesen, dessen neueste Auflage jeweils die gültigen Rechtschreibnormen enthält.

Groß- oder Kleinschreibung

Im Gegensatz zu den anderen Sprachen, die nur die Eigennamen und den Satzanfang groß schreiben, besteht im Deutschen ein schwieriges System von Groß- und Kleinschreibung. Entsteht trotz sorgfältiger Überlegung immer noch keine Klarheit in der Frage groß oder klein, so schreibe man im Zweifelsfall klein.

a) Großschreibung

1. Hauptwörter

Alle wirklichen Hauptwörter werden groß geschrieben: Buch, Vater, Bild, Hoffnung, Liebe, Wärme usw.

2. Andere Wortarten, die wie Hauptwörter verwendet werden

Das Gute, manches Schöne, etwas sehr Wichtiges, der Dritte, ein Viertel, das Lesen, das Schreiben, das Tanzen, das Zustandekommen.

Groß schreibt man Eigenschaftswörter, Mittelwörter und Zeitwörter vor allem dann, wenn sie in Verbindung mit den Wörtchen alles, etwas, nichts, genug, viel, wenig usw. stehen: viel Gutes, etwas Schönes, nichts Besonderes.

3. Satzanfänge

Das erste Wort eines Satzes wird immer groß geschrieben. Dabei spielt es keine Rolle, um welche Satzart es sich handelt.

Bei Gedichten muß der Zeilenanfang nicht groß geschrieben werden, wohl aber der Satzanfang.

4. Nach Doppelpunkt und bei Anführungszeichen

Dazu gehört vor allen Dingen das erste Wort einer wörtlichen Rede: Sie rief mir zu: „Ich besuche Sie morgen.“

Merke: Auch nach Doppelpunkt ohne Anführungszeichen wird groß geschrieben.

5. Anrede für Wörter in Briefen; zum Beispiel:

Lieber Freund, Du hast mir mit Deinem Brief viel Freude gemacht. Es grüßt Dich
Dein Jochen.

6. Höflichkeitsanreden

Groß schreibt man immer die Höflichkeitsanrede (Mehrzahlform) „Sie“ und das entsprechende besitzanzeigende Fürwort „Ihre“. Dabei spielt es keine Rolle, ob diese Anrede

einer oder mehreren Personen gilt, z. B.: Haben Sie Ihren Brief beendet?
Hierzu gehören auch Höflichkeitsanreden wie: Ihre Hoheit, Eure Exzellenz, Seine Magnifizenz.

7. Einzelbuchstaben

Einzelbuchstaben werden groß geschrieben, wenn sie wie Hauptwörter gebraucht werden: ein X für ein U vormachen, der S-Laut.

8. Teile eines Titels oder Namens

Eigenschaftswörter, Mittelwörter, Fürwörter und Zahlwörter werden groß geschrieben, wenn sie Bestandteil eines Namens sind, z. B. Karl der Große, die Goldene Stadt, der Re-

gierende Bürgermeister, das Städtische Krankenhaus, der Schiefe Turm zu Pisa, zum Goldenen Löwen.

9. Teile von erdkundlichen Namen

Das Münchener Hofbräuhaus, der Atlantische Ozean, das Tote Meer, die Sächsische Schweiz.

10. Die von erdkundlichen Namen abgeleitete Wortform auf -er:

Das Bonner Grundgesetz, Frankfurter Würstchen, der Deutsche Michel, der Schweizer Nationalrat.

11. Teile eines Straßennamens

Eigenschaftswörter und Verhältniswörter werden als Teil eines Straßennamens groß ge-

schrieben: Breite Straße, Grüner Weg, In der Röde.

b) Kleinschreibung

Außer den Hauptwörtern werden alle anderen Wörter klein geschrieben, soweit die Regeln in Abschnitt a nichts anderes besagen.

Trotzdem sei auf folgendes besonders hingewiesen:

1. Nach Doppelpunkt

Nach einem Doppelpunkt wird klein geschrieben, wenn eine Aufzählung, eine Zusammenfassung oder ein Satzstück folgen, z. B.: Die abschließenden Arbeiten sind immer die gleichen: schleifen, putzen und polieren.

Kleid, Hut, Schuhe und Strümpfe: alles war tiefschwarz.
Betragen: nicht immer befriedigend.

2. Nach Frage- und Ausrufezeichen

Nach Fragezeichen und Ausrufezeichen wird klein geschrieben, wenn diese innerhalb eines Satzganzen stehen:

„Kommen Sie doch mit!“ rief er mir zu.
„Warum sollte ich wohl?“ antwortete ich.

3. Hauptwörter, die nicht als solche gebraucht werden

Hauptwörter werden klein geschrieben, wenn sie wie Wörter einer anderen Wortart verwendet werden, z. B.:

a) als Umstandswörter:

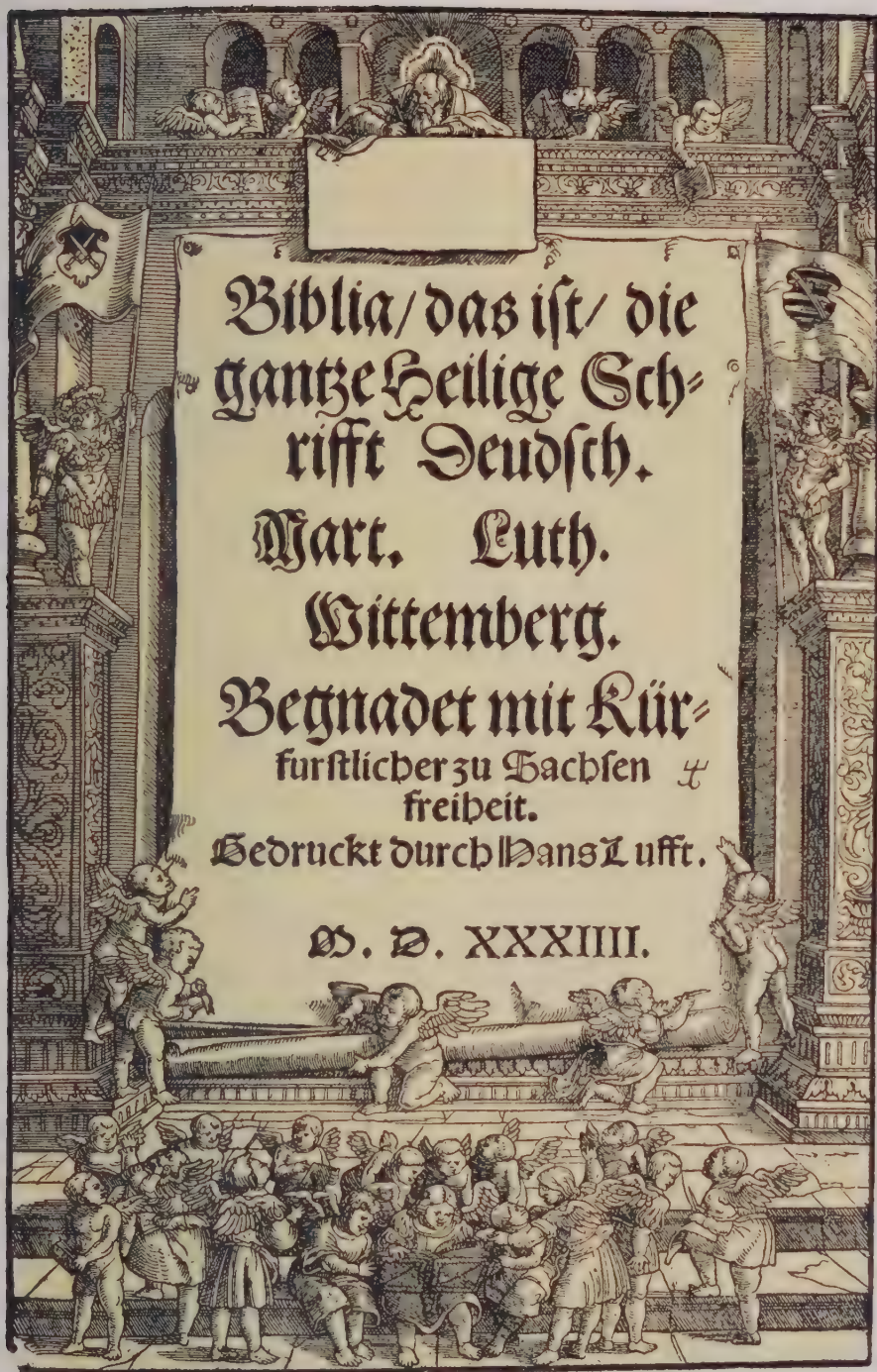
anfangs, teils, morgens, mittags, abends, flugs, sonntags, werktags usw.

b) als Verhältniswörter:

dank, kraft, statt, trotz, angesichts

c) als unbestimmte Zahlwörter:

ein bißchen, ein paar (Äpfel)



Titelblatt des ersten Drucks der ersten vollständigen Bibelübersetzung Martin Luthers aus dem Jahre 1534. Sie stammt von Hans Lufft in Wittenberg, der von 1523 an die Luther-Bibel in hohen Auflagen druckte

Das erst Capitel. wy got
sathan de teufel gemalt gab eber die quere
iob. Vñ wy im zuuermalen beschafft kam. en

verlunde ward de verlust seiner güter end kin-
der. Vñ wie er doch allzeit gedultig was.



In mā woz
in dē land

bis mit name iob
Vñ sehe d mā woz
auf ding. vñd ge-
rechte. vñd fürchtet
got vñ schred sich

von dem ebel. Vñ im waren geboren sieben sūn.
vñ drey tōchter. vñ sein besitzung woz silbertau-
sent schaf. vñ drey tausent kammeltier. vñ fünf-
hundert och. vñ fünf hundert eslin. vñ
garul gesunde. Vñ d man woz grof ender allen
orientischen. daz ist in dē aufgang d sūme. Vñ
sein sūn giengen vñ machen rurtchafft durch
die herder ein vglucher an sein tag. Sy sande
vñ berufften ire drey schwester. daz sy assen vñ
truncken mit in. Vñ da die tag der rurtchafft
waren vergange in dem embler. Job sant zu
im. vñ herluget sie. vñ stund auff fri. end opffert
dy gantz opffer durch einē vgluche tag. wan
er sprach. daz villre mein sūn mache sūnde. end
gesegnen got in ire hertze. Also rett iob alle tag
Alber an ein tag. da dy sūn got warē kumē daz
sy stunde vor dē herre. da woz auch da end in sa-
than. Der herr sprach zu im. Wō reu kumbstu.
er antwortet vñ sprach. ich hab embgangen dy

erde. vñ hab sy durchgāge. Vñ d herr sprach zu
im. Hast du mit gemeret meine knecht iob. daz
im ir ist ein gleych. auff dē erde. ein cymeliger
man vñ gerechter vñ fürchtet got end seher-
dend sich von dē ebel. Sathan antwortet im vñd
sprach. Fürchtet den iob vñd vñd got. hast du
in den mit vñdgebē. vñ sein haw. vñ all sein ha-
be durch den embler. vñd hast gesegnet den
werden seiner hende. end sein besitzung ist ge-
wachsen auff dē erde. strecke aber ein wenig dein
hād vñ rür alle ding. dy er besetzt mit vñd
er gesegnet dir in dē ansetz. Darumb der herr
sprach zu sathan. Woz alle ding. die er hat. sein in
deiner hād. allem mit streck dein hād an in. Vñ
sathan gieng auf von dē ansetz des herre. Vñ
da an ein tag die sūn vñ sein tōchter assen end
truncken den wern in dem haw. irs erstgebore
bruders. end bot kam zu iob. daz sprach. dy och-
sen aelerte. vñ die eslin wurden gerodnet bey
m. vñ die safel fielen ein. vñ name alle ding. vñ
schlug die kind mit dē waffen. vñ ich empfiel
allem. daz ich dir es verlunder. Vñ noch da du
ser redet ein and kam. vñ sprach. Das ferre go-
et vñ hūnd vñ rür die schaff vñ verzeret die
kinder. vñ ich empfiel ih allem. daz ich es dir ver-
lunde. end auch noch da dir redet ein and kam
vñ sprach. dy calder mache drey seher. vñ ha-

Eine Seite einer alten illustrierten Bibel. Vor der Erfindung des Buchdrucks wurde die Bibel, vorwiegend von Mönchen, in mühevoller Arbeit handschriftlich vervielfältigt. Dabei entstanden unter Einfügung von kolorierten Abbildungen und farbigen Initialen wahre Kunstwerke, die heute einen unschätzbaren Wert haben

4. Hauptwörter in stehenden Verbindungen

Hauptwörter werden in stehenden Verbindungen klein geschrieben, wenn sie nicht mehr als solche empfunden werden: schuld sein,

willens sein, mir ist angst, das ist schade, das tut mir leid, mir ist bange, das tut not.

5. Eigenschaftswörter, Mittelwörter und Umstandswörter

Diese Wortarten werden auch dann klein geschrieben, wenn sie entweder in unveränderlichen Verbindungen stehen, z. B. jung oder alt, groß und klein, arm und reich, durch dick und dünn, über kurz oder lang, im großen und ganzen, auf dem laufenden halten, etwas ins reine bringen:

oder wenn ihnen ein Geschlechtswort vorangeht und der ganze Ausdruck für ein einfaches Eigenschafts-, Mittel- oder Umstandswort steht, z. B.: des weiteren, am besten, aufs neue, fürs erste, im allgemeinen, im voraus, von neuem, um ein beträchtliches.

6. Für- und Zahlwörter

Für- und Zahlwörter werden auch in Verbindung mit einem Geschlechtswort klein geschrieben, z. B.: der einzelne, der gleiche, ein jeder, die beiden, die ersten drei, der eine, der andere, die übrigen, der erste beste, das meiste, das mindeste, das wenigste.

Im Gegensatz zu der Schreibung von Eigenschafts- und Mittelwörtern werden Für- und Zahlwörter auch nach den Wörtchen alles, etwas, genug, nichts, wenig, viel usw. klein geschrieben, z. B.: etwas anderes, alle übrigen, alle drei.

7. Wiederholungszahlwörter

z. B.: mehreremal, zum erstenmal, das erstmal.

Zusammen- oder Getrenntschreibung

Für die Zusammen- oder Getrenntschreibung gibt es eine Reihe von Grenzfällen. Der Entwicklungsprozeß einer lebendigen Sprache zeigt sich hier besonders deutlich. Folgende Regel ist im allgemeinen gültig:

Liegt die Betonung auf dem ersten Wort, so ist zusammenzuschreiben. Liegt die Betonung auf beiden Wörtern, so ist getrennt zu schreiben. In Zweifelsfällen empfiehlt sich die Getrenntschreibung. Die folgenden Hinweise mögen zur Klarheit beitragen:

1. Neue Wortbegriffe

Entsteht durch die Verbindung zweier Wörter ein neuer Begriff, so wird zusammengeschrieben, z. B.: Er möchte lieber fernsehen als ausgehen; man kann den Turm von fern sehen.

Du wirst sitzenbleiben, wenn du nicht mehr arbeitest; wir wollen noch ein wenig sitzen bleiben, bevor wir heimgehen. Die Uhr wird noch eine Woche weiterlaufen; er muß weiter laufen als andere.

2. Verblaßtes Hauptwort

Ist das Hauptwort in einer Verbindung verblaßt, so wird im allgemeinen zusammengeschrieben, z. B.: beizeiten, vorderhand, zuzeiten, instand halten, zustande kommen, zuschulden kommen lassen.

Aber auch beide Schreibweisen sind noch zulässig, z. B.:

auf Grund – aufgrund
an Hand – anhand
an Stelle – anstelle

3. Adjektivischer Gebrauch einer Verbindung

Wird eine Wortbildung wie ein Eigenschaftswort gebraucht, so wird zusammengeschrieben, z. B.: eine leichtverdauliche Speise, aber: eine Speise ist leicht verdaulich;

4. Eigenname und Hauptwort

Ergibt ein Hauptwort in Verbindung mit einem Eigennamen eine gebräuchliche Bezeichnung, so wird zusammengeschrieben, z. B.: Wankel-

motor, Schillertheater, Bismarckhering, Röntgenstrahlen, Goethemuseum.

5. Hauptwort und Vorname

Alle Verbindungen eines Hauptwortes mit einem Vornamen werden zusammengeschrie-

ben, z. B.: Heulsuse, Struwwelpeter, Suppenkaspar, Schützenliesel.

6. Straßennamen

Straßennamen werden zusammengeschrieben, wenn sie aus einem Hauptwort (oder Namen) und einer gebräuchlichen Straßengrundbezeichnung (Straße, Gasse, Platz, Weg usw.) zusammengesetzt sind, z. B.: Schillerstraße, Hopfengasse, Viktoriaplatz, Randweg.

Getrennt schreibt man Straßennamen, wenn ein beigefügtes Eigenschaftswort als Teil eines Straßennamens gebeugt ist. Dies gilt auch für Ableitungen aus Orts- und Ländernamen, z. B.: Kleine Ochsen-gasse, Langer Wallgraben, Frankfurter Straße, Englische Allee.

Der Bindestrich in Zusammensetzungen

Zusammensetzungen aus Grund- und Bestimmungswort werden im allgemeinen zusammengeschrieben. In folgenden Fällen schreiben wir jedoch einen Bindestrich:

1. Die Bestimmung zum Grundwort besteht aus mehreren Wörtern (oder Namen):

Kaiser-Friedrich-Straße, Ernst-Reuter-Allee, Thomas-Mann-Platz, Richard-Wagner-Festspiele, Max-Planck-Gesellschaft.

2. Zusammensetzung von erdkundlichen Namen:

Schleswig-Holstein, Rheinland-Pfalz, Hamburg-Altona, Berlin-Schöneberg.

3. Aneinanderreihungen werden durch Bindestriche übersichtlicher:

Magen-Darm-Katarrh, Rhein-Main-Schnellweg, G-Dur-Konzert, 20-Pfennig-Briefmarke, 80-PS-Motor.

4. Selten gebrauchte Zusammensetzungen:

Soll-Nachweis, Ist-Stärke, Ach-Laut.

5. Zusammensetzungen mit Abkürzungen:

UKW-Empfänger, US-Amerika, Kfz-Meister.

6. Zur Vermeidung von Mißverständnissen:

Lehrer-Kenntnis – Lehr-Erkenntnis,
Drucker-Zeugnis – Druck-Erzeugnis.

7. Beim Zusammentreffen von drei gleichen Selbstlauten:

Kaffee-Ernte, Moschee-Eingang, Tee-Ei.

8. Zusammensetzungen mit Einzelbuchstaben:

i-Punkt, S-Bahn, T-Träger.

Zeichensetzung (Interpunktion)

Die geschriebene Sprache wird durch Satzzeichen (Punkt, Komma, Semikolon usw.) gegliedert. Abgesehen von den festen Regeln, die im folgenden dargestellt werden, besitzt der einzelne innerhalb dieses Rahmens einen gewissen Spielraum.

1. Der Punkt

a) Der Punkt steht am Ende des Aussagesatzes:

Er liest gerne Romane.
Sie kocht gut.

b) Der Punkt steht am Ende von Frage-, Ausrufe-, Wunsch- und Befehlssätzen, wenn diese als Gliedsätze auftreten (indirekte Fragesätze, abhängige Befehlssätze):

Ich fragte ihn, ob er singen könne.
Er befahl ihm, sofort zu kommen.
Ich bat ihn, mir das Buch zu leihen.

c) Nach Ordnungszahlen:

Der Punkt steht nach Ziffern, um diese als Ordnungszahlen kenntlich zu machen:
der 24. Dezember, Friedrich Wilhelm II.,
Pius XII., der 50. Geburtstag.

d) Nach Abkürzungen:

Der Punkt steht nach Abkürzungen, deren Wörter im vollen Wortlaut gesprochen werden:
Frankfurt a. M., i. R. (gesprochen: im Ruhestand), usw. (gesprochen: und so weiter).

Der Punkt steht nicht

a) nach Abkürzungen, die als selbständige Wörter gesprochen werden:

BGB (Bürgerliches Gesetzbuch), ZDF,
NATO, UNICEF

b) nach Abkürzungen der Maße, Gewichte und Himmelsrichtungen sowie nach den Abkürzungen der meisten Münzbezeichnungen und der chemischen Elemente: m (Meter), kg (Kilogramm), sw (südwest), DM (Deutsche Mark), Cl (Chlor)

c) nach der Jahreszahl im Datum:

Berlin, den 5. 7. 1970

d) nach Überschriften, Buch- und Zeitungstiteln, wenn sie als solche deutlich hervorgehoben sind, auch wenn sie einen ganzen Satz darstellen:

Zwei Diebe suchten das Weite (Zeitungsschlagzeile)
Da mußten wir alle lachen (Aufsatzüberschrift)
Die erste Landung auf dem Mond (Buchtitel)

e) auch nach Unterschriften und Anschriften wird kein Punkt gesetzt, weder in den Briefen noch auf den Umschlägen:

Herrn Gustav Lange, 62 Wiesbaden, Kaiserstraße 12

2. Der Doppelpunkt (Kolon)

Der Doppelpunkt steht am Beginn angekündigter Satzteile.

- a) angekündigte wörtliche Rede:
Sie sagte: „Heute gehe ich nicht ins Schwimmbad.“
Der Lehrer ermahnte ihn: „Du solltest dir mehr Mühe geben.“
- b) angekündigte Sätze oder Satzteile:
Er mußte immer an das Sprichwort denken:
Gleich und gleich gesellt sich gern.
Auf die Rückseite des Bildes schrieb er:
Meinem lieben Freund Jochen.
- c) angekündigte Aufzählungen:
Die Wochentage sind: Sonntag, Montag, Dienstag, Mittwoch usw.
In seiner Rocktasche fanden sich folgende Gegenstände: ein Taschentuch, ein Feuerzeug, ein kleiner Kamm, drei Kupfermünzen usw.
- d) vor Zusammenfassungen:
Er ist fleißig, intelligent, zielbewußt, leistungswillig: ein sehr guter Schüler.

3. Der Strichpunkt (Semikolon)

Der Strichpunkt steht dort, wo ein Punkt zu stark, ein Komma zu schwach trennt. Diese Frage liegt oft im Ermessen des Schreibers. Für den Gebrauch des Strichpunktes lassen sich daher keine exakten Regeln aufstellen:

- Er war kein geselliger Mensch; daher blieb er oft allein.
- Er hat getan, was er konnte; darum kann man ihm keinen Vorwurf machen.
- In seinem Garten wuchsen: Bohnen, Möhren, Spinat, Kopfsalat; Äpfel, Birnen, Aprikosen; außerdem eine Reihe bunter Sommerblumen.

4. Das Fragezeichen

Nach einer direkten Frage steht ein Fragezeichen (auch in der Überschrift):

- Wie lange sollen wir noch warten? „Fährst du mit nach Rom?“ fragte er.

Auch nach einzelnen Wörtern steht das Fragezeichen, wenn sie allein oder im Zusammenhang eines Satzes auftreten:

Auf die Frage wem? antwortet die Satzergänzung im dritten Fall.

Das Fragezeichen steht nicht nach indirekten Fragesätzen und nach Ausrufen, die die Form einer Frage haben:

Wie oft habe ich dir das schon gesagt!

5. Das Ausrufezeichen

- a) Das Ausrufezeichen steht nach einem Ausrufesatz:
Das lassen wir uns nicht länger gefallen!
- b) nach einem Befehlssatz:
Verlassen Sie sofort das Grundstück!
- c) nach einem Wunschsatz:
Wärest du doch bei uns geblieben!
- d) nach einem Wunsch:
Bitte, geben Sie mir noch eine Chance!
- e) nach Ausrufen der Gemütsbewegung:
Das ist ja wunderbar!
Pfui!
- f) Nach der Anrede am Briefanfang steht häufig ein Ausrufezeichen:
Sehr geehrter Herr Lange! (Hinter der Briefanrede kann auch ein Komma stehen: Sehr geehrter Herr Lange, wie ich soeben erfahre ...)
- g) Das Ausrufezeichen steht nicht am Briefschluß hinter den abschließenden Wendungen, z. B.
Hochachtungsvoll
Mit freundlichen Grüßen usw.

6. Der Beistrich (Komma)

Das Komma gliedert den Satz nach den Gesetzen der Grammatik; außerdem dient es dazu, die Absichten des Schreibers dort deutlich zu machen, wo in größeren Satzgebilden Fragen auftreten könnten. Der zweite Grund räumt dem Schreiber beim Gebrauch des Kommas eine gewisse Freiheit ein. Die folgenden Regeln sollten aber stets beachtet werden:

a) Aufzählungen

Das Komma steht zwischen Aufzählungen gleicher Wortarten oder Wortgruppen und zwischen aufgezählten Satzteilen, wenn diese nicht durch „und“ oder „oder“ verbunden sind:

Rote, braune und gelbe Farbtöne bestimmten das Bild.

Feuer, Wasser, Luft und Erde galten ursprünglich als die vier Elemente.

In unserem Lager finden Sie große oder kleine, billige oder teure Geräte.

Sie spielte Klavier, Geige, Bratsche und Gitarre.

b) anreihende Bindewörter

Das Komma steht zwischen den anreihenden Bindewörtern (bald – bald, einerseits – andererseits, einesteils – andernteils, jetzt – jetzt, ob – ob, nicht nur – sondern auch, halb – halb usw.):

Er war bald in München, bald in Berlin.

Er war nicht nur ein guter Tennisspieler, sondern auch ein hervorragender Schwimmer.

c) entgegensetzende Bindewörter

Das Komma steht bei entgegensetzenden Bindewörtern (aber, doch, jedoch, vielmehr, sondern usw.):

Sie war intelligent, aber oft unbeherrscht.

Wir wollen nicht allzufrüh, aber auch nicht zu spät gehen.

d) Abtrennung der Anrede

Das Komma trennt die Anrede von dem übrigen Satz ab:

Herr Müller, ist mein Wagen fertig?

Hast du den Brief geschrieben, Karin?

Du, Jochen, bleibst noch etwas da!

e) Abtrennung von Ausrufewörtern

Das Komma trennt die nachdrücklich gesprochenen Ausrufewörter vom Satz ab:

Ach, das habe ich ganz vergessen.

Oh, das ist aber hübsch.

Nein, das ist doch nicht möglich.

f) Beisatz (Apposition)

Das Komma trennt den nachgestellten Beisatz ab oder schließt ihn ein:

Ludwig van Beethoven, der Schöpfer großer Sinfonien.

Paris, die Hauptstadt Frankreichs, liegt an der Seine.

g) nachgestellte genauere Angaben

Das Komma trennt genauere Angaben, die nachgestellt werden, ab, besonders vor „und zwar“, „nämlich“, „das heißt“, „zum Beispiel“ usw.:

Er geht jede Woche kegeln, und zwar freitags.

Er hat vier Geschwister, nämlich einen Bruder und drei Schwestern.

h) Angabe des Datums

Das Komma trennt das Datum von Orts-, Tages- und Zeitangaben:

Berlin, den 5.8.1964

Die Sitzung beginnt am Freitag, dem 22.1.1960.

Beginn 8.8.1970, 10.00 Uhr.

i) gliedsatzähnliche Satzteile

Grundformen und Mittelwörter bilden mit näheren Bestimmungen oft Satzteile, die in ihrer Wertigkeit einem Gliedsatz nahestehen, z. B.:

Vom Lärm der Anwohner angelockt, näherte sich die Streife dem Tatort.

Sie ging in den Garten, um frische Blumen zu holen.

Alles zu tun, war er bereit.

k) Trennung von Sätzen

Das Komma trennt den Gliedsatz vom Hauptsatz und von anderen Gliedsätzen. Dabei ist es gleichgültig, ob die Sätze vollständig sind oder nicht.

1. Haupt- und Gliedsatz:

Der Gliedsatz kann Vordersatz, Zwischensatz oder Nachsatz sein:

Wenn er kommt, kannst du mich rufen.

Der Schreiner, der kommen wollte, ist erkrankt.

Alle singen mit, wenn sie können.

2. Gliedsätze gleichen und verschiedenen Grades werden durch ein Komma getrennt, wenn sie nicht mit „und“ oder „oder“ verbunden sind:

Er war dumm genug, die Summe zu zahlen, die man verlangt hatte.

Er behauptete, die Sache ginge ihn nichts an, er wolle auch nichts damit zu tun haben.

3. Auslassungssatz (Ellipse)

Auch im Auslassungssatz steht das Komma wie in vollständigen Sätzen:

Was (soll ich) tun, sprach Zeus

Vielleicht (geschieht es), daß er noch kommt.

4. Das Komma trennt auch Hauptsätze, wenn sie mit „und“ oder „oder“ verbunden sind, z. B.:

Die Läufer kauern nieder, und der Starter hebt die Pistole.

Er kommt morgen, oder er schreibt in der nächsten Woche.

Das Komma steht nicht:

- a) bei den Bindewörtern „und, oder, sowohl als auch, weder noch, entweder oder“, die kurze oder eng zusammengehörende Hauptsätze verbinden:

Tue recht und scheue niemand.

Weder du noch er können den Fall beurteilen.

Morgen oder übermorgen kommt Karin zu Besuch

- b) vor den vergleichenden Bindewörtern „als, wie, denn“, wenn nur Satzteile verbunden werden:

Jochen ist größer als Erich.

Sein Haus ist etwa so groß wie meins.

- c) bei reinen Grundformen:

Mit einem Jahr begann Karin zu laufen.

Die Schwimmer sind bereit zu starten.

Eine Grundform gilt bereits als erweitert, wenn statt des einfachen „zu“ ohne zu, um zu, als zu stehen.

Ohne zu zielen, drückte er ab.

Es ist besser anzufangen, als zu warten.

- d) Mittelwörter ohne nähere Bestimmungen werden nicht durch ein Komma abgetrennt:

Singend kam er auf mich zu.

Lachend und weinend schlug sie die Hände

über dem Kopf zusammen.

- e) wenn durch „und“ oder „oder“ verbundene Sätze einen gemeinsamen Satzteil haben:

Karin geht in den Garten und gießt dort die Blumen.

Er ging ans Pult und begann seine Rede.

- f) wenn „und“ oder „oder“ bei Aufzählungen gleicher Wortart steht:

Mit Mann und Roß und Wagen.

Diese Sorte blüht gelb, blau oder lila.

7. Der Gedankenstrich

Der Gedankenstrich bezeichnet innerhalb eines Satzes meist eine längere Pause, z. B.:

Auf die Plätze – fertig – los.

Eingeschobene Sätze und Satzteile erhalten – in Gedankenstriche eingeschlossen – ein besonderes Gewicht:

Kurz vor der Stadt begann es – völlig überraschend – zu regnen.

Schließlich kennzeichnet der Gedankenstrich den Abbruch einer Rede oder das Verschweigen eines Gedankens:

„Ich könnte dir ja –, aber ich werde es nicht tun.“

„Sie sind ein –!“ schrie er ihn an.

8. Anführungszeichen

Anführungszeichen („Gänsefüßchen“) werden im Handschriftlichen meistens am Anfang unten, am Ende oben gesetzt. Bei der Schreibmaschine steht das Anfangs- wie das Schlußzeichen oben.

Anführungszeichen stehen

- a) zu Beginn und am Ende einer wörtlich angeführten Rede:

Ludwig XIV. sagte: „Der Staat bin ich.“

„Der Staat“, sagte Ludwig XIV., „bin ich.“

„Der Staat bin ich“, sagte Ludwig XIV.

- b) bei wörtlich wiedergegebenen Gedanken:

„Wenn nur einer käme, der mich mitnähme“, dachte das Büblein.

- c) bei der wörtlichen Anführung von Zitaten (Textstellen aus Büchern, Zeitschriften, Briefen usw.):

„Die Axt im Haus erspart den Zimmermann“, sagt Wilhelm Tell im gleichnamigen Drama Schillers.

- d) Anführung von einzelnen Wörtern, Titeln usw.:

Sie lasen einen Kommentar aus der Zeitschrift „Die Welt“.

Die „Meistersinger“ sind Wagners humorvollstes Werk.

Das Komma steht immer nach dem abschließenden Anführungszeichen, z. B.:

„Ich helfe dir gerne“, sagte Jochen zu seinem Vater.

Punkt, Frage- und Ausrufezeichen stehen vor dem abschließenden Anführungszeichen, wenn sie zur wörtlichen Rede gehören. In allen anderen Fällen stehen sie nach dem Schlußzeichen, z. B.:

Er sagte: „Ich bin heute abend nicht zu Hause.“

Wer von euch kennt „Schillers Glocke“?

Sie fragte ihn: „Was hast du vor?“

Laßt doch das ewige „ich kann nicht“!

9. Klammern

In Klammern stehen erklärende Zusätze: Albrecht Dürer (1471 bis 1528) war der Sohn eines Goldschmieds.

Er spielte auf seiner Okarina (Blasinstrument aus Ton).

Diesem Gebrauch der Klammer widerspricht es, wenn Wörter oder Satzteile, die nicht gelten sollen, eingeklammert werden. Sie müssen durchgestrichen werden.

10. Auslassungspunkte

Das Verschweigen eines Gedankens oder der Abbruch einer Rede können auch durch Auslassungspunkte gekennzeichnet werden. Dies geschieht vor allem dann, wenn im gleichen Satz bereits ein Gedankenstrich verwendet wurde. Die Zahl der Auslassungspunkte ist immer auf 3 begrenzt, auch am Schluß eines Satzes, z. B.:

Ich habe es dir gleich gesagt. . .

Er lief und lief und lief. . .

11. Das Auslassungszeichen (Apostroph)

Das Auslassungszeichen deutet an, daß Buchstaben oder Wortteile ausgefallen sind, z. B.:

Ich hab's mir gleich gedacht.

Ich hatt' einen Kameraden.

Gehen Sie ruhig 'rauf.

Das ist Alfons' Schulmappe.

Allgemeine Rechtschreibregeln

Unsere Rechtschreibung beruht zum großen Teil auf Übereinkunft. Daher kann man sie nicht nach bestimmten Regeln lernen. Viele Besonderheiten unserer Rechtschreibung prägen sich im Laufe der Zeit ein. Das häufige Nachschauen in einem Wörterbuch beschleunigt diesen Vorgang.

Eine Reihe von Unklarheiten entsteht durch die „Auslautverhärtung“. Die Mitlaute b, d und g werden am Ende des Wortes wie p, t und k gesprochen. In diesen Fällen ist es oft nützlich, das Wort aus seiner ungebeugten Form in eine gebeugte Form zu setzen (bzw. umgekehrt):

Der Stab – die Stäbe
das Band – die Bänder
der Krug – die Krüge

der Lump – die Lumpen
der Laut – die Laute
die Bank – die Bänke

Bei Eigenschaftswörtern hilft oft die Steigerungsform weiter:

lieb – lieber	schlapp – schlapper
blond – blonder	hart – härter
arg – ärger	schlank – schlanker

Noch ein Beispiel für Zeitwörter:

Er siebt – sieben	es piept – piepen
er wand – wenden	er verriet – verraten
sie singt – singen	es sinkt – sinken

Auch der Vergleich mit Wörtern aus derselben Familie hilft hier oft weiter:

schändlich – von Schande	endlich – von Ende
neulich – von neu	greulich – von Greuel
bläulich – von blau	aber:
	gräulich – von grau

Kurzen Selbstlauten in betonten Silben folgen meistens Doppelmitlaute, z. B.:

lassen, retten, kommen, irren, donnern, pffiffig, schlaff

Das gilt nicht, wenn auf den kurzen, betonten Selbstlaut zwei verschiedene Konsonanten folgen:
gelten, falten, abrunden, ernten usw.

Lange Selbstlaute haben oft den Vokal doppelt (i wird durch e gedehnt) oder ein Dehnungs-H.

Häufung von Mitlauten

Treffen bei Zusammensetzungen drei gleiche Mitlaute aufeinander, so werden nur zwei geschrieben, wenn ein Selbstlaut folgt: Schiff-fahrt – Schifffahrt, Brenn-nessel = Brennessel, Wett-turnen, = Wettturnen, Bett-tuch = Bettuch.

Folgt ein Mitlaut, so darf keiner der drei gleichen Laute ausfallen: Auspuffflamme, Balletttruppe, Pappplakat, Bett-Truhe = Betttruhe.

Beispiele für lange und kurze Selbstlaute

Wörter mit Doppel-a:

der Aal, das Aas, das Haar, der Maat, das Paar, ein paar, der Saal, die Saat, der Staat, die Waage

Die Mehrzahlformen mit Umlaut (ä) haben den Umlaut nur einfach:

die Säle

ebenso die Ableitungen:

das Härchen, das Pärchen, das Sälchen, säen

Langes a ohne Dehnungs-h:

Rat, Hafen, Dame, Denkmal, Pate, Samen, Span, Tran, Wal, Ware, Star, jagen, laben, traben usw.

Langes a mit Dehnungs-h:

Zahn, Rahm, Wahl, Wahrheit, Bahn, Fahne, Kahn, Sahne, Mahnung, Fahrrad, fahren, ahnen, ahnden, lahm, wahr usw.

Langes ä ohne Dehnungs-h:

Säge, Bär, Käfer, Märchen, Gräte, Träne, schräg, spät usw.

Langes ä mit Dehnungs-h:

Fähre, Mähre, Mähne, Strähne, gähnen, wähnen, nähren, wählen, zähmen, ungefähr usw.

Wörter mit kurzem ä (oft läßt sich der Umlaut auf das a im Stamm zurückführen):

das Geländer, der Lärm, die Lärche, der März, die Sänfte, der Fächer, die Schärpe, abwärts, ächzen, ätzen, kläffen, plärren, nässen, fällen, schwächtigt, geschwätzig usw.

Wörter mit ai:

die Bai, der Hai, der Hain, der Kai, der Kaiser, das Laib, der Laich, der Lakai, der Mai, die Maid, der Mais, der Rain, die Saite (auf der Geige), die Waise

Fremdwörter auf -age:

Manche Fremdwörter, die aus dem Französischen stammen, enden auf -age. Gesprochen werden diese Wörter mit weichem sch:

die Bandage, die Blamage, die Etagé, die Garage, die Massage, die Montage, die Reportage, die Sabotage, die Spionage, die Tonnage usw.

Wörter mit äu:

Bei manchen dieser Wörter fällt die Einordnung in eine Familie schwer. Sie lassen sich nicht ohne weiteres erklären:

erläutern, sich räuspern, sich sträuben, das Knäuel, die Räude, die Säule usw.

Wörter mit Doppel-e:

die Beere, das Beet, die Fee, das Heer, der Klee, die Leere, der Lorbeer, die Moschee, die Reede, der Schnee, die/der See, die Seele, der Speer, der Tee, der Teer, die Allee, die Armee, die Chaussee, das Gelee, die Livree, das Püree, die Tournée usw.

Langes e ohne Dehnungs-h:

Segen, Rebe, Leder, Feder, Schere, Herd, Hering, Elend, Schwert, quer, selig, lesen, kleben, beschenken usw.

Langes e mit Dehnungs-h:

Mehl, Fehde, Kehle, Lehm, Sehne, Wehr, dehnen, stehlen, fehlen, entbehren, wehren, zehren, angenehm, vornehm, sehr usw.

Unterscheide: Reede (Ankerplatz) und Rede (Vortrag),
Lehren (unterrichten) und leeren (ausleeren),
Seele, seelisch, beseelt – aber selig, beseligt

Wörter mit eu:

die Beule, die Beute, die Eule, der Greuel, das Heu, die Keule, die Leute, die Meute, der Pleuel, die Reuse, die Scheuer, die Scheune, das Scheusal, die Schleuder, die Seuche, die Spreu, das die Steuer, der Streusel, das Ungeheuer, der Teufel, das Zeug, das Zeugnis, der Zigeuner, deuten, heucheln, heulen, leuchten, leugnen, meutern, scheuchen, scheuern, schleudern, seufzen, steuern, streuen, vergeuden, verleumden, erfreulich, keusch, neu, neutral, scheußlich, teuer, neulich, neun, treu usw.

Unterscheide: bläuen (blau machen) und bleuen (schlagen)

Wörter mit ei:

Heirat, Heimat, Leiche, Weide, Seite, Leier, Getreide, Weise, Eidechse, Reim und viele andere

Unterscheide: Geigensaite und Speckseite
Brotlaib und Unterleib
Hain (Wäldchen) und Hein (Heinrich)
Waise (elternloses Kind) und Weise (eines Liedes)

Das lange i als Doppelvokal gibt es nicht. Es wird durch e gedehnt. Die Dehnung mit h gibt es nur in den Fürwörtern (ihr, ihm, ihnen, ihn).

Die Lautgruppe ieh entsteht nur dann, wenn entweder die Stammform mit Dehnungs-h geschrieben wird (empfehlen – empfehl, befehlen – befehl) oder wenn die Stammform das gesprochene h hat (sehen – sieht, ziehen – zieht).

Vieh ist die einzige Ausnahme.

Langes i ohne Dehnungs-h:

die Bibel, der Biber, die Brise, die Fibel, der Igel, das Klima, die Prise, der Schi, der Stil (Baustil), der Tiger, der Virus, erwidern, das Lid (Augenlid)

Die meisten Fremdwörter werden mit einfachem i geschrieben:

die Fabrik, die Kritik, die Republik, das Automobil, das Reptil, Disziplin, Gardinen, Kantine, Lawine, Limousine, Magazin, Mandarin, Mandoline, Margarine, Maschine, Rosine, Ruine, Saline, Sardine, Termin, Trichine, Urin, Violine, Vitamin

Wörter mit ie:

Das lange durch e gedehnte i ist in unserer Sprache häufig: die Biene, die Diele, der Kiel, die Kieme, das Lied, die Miene, die Niere, der Priester, das Ried, der Schmied, die Schwiele, das Siegel, der Stiel (am Hammer), die Zwiebel, ausgiebig, langwierig, ziemlich, wieder (noch einmal)

Die Endung „ieren“ ist bei vielen Fremdwörtern üblich, z. B. amnestieren, buchstabieren, debattieren, diskutieren, formulieren, halbieren, kalkulieren, marschieren, neutralisieren, opponieren, programmieren, reagieren, reklamieren, sortieren, studieren, trainieren, zensieren

Unterscheide: Lid (Auge) und Lied (Gesang),
Stil (Baustil) und Stiel (Hammerstiel),
Mine (Bergwerk) und Miene (Gesichtsdruck),
Fiber (Faser) und Fieber (hohe Körpertemperatur),
Sigel (stenographische Kürzung) und Siegel (Dienstiegel),
wider (gegen) und wieder (noch einmal)

Wörter mit Doppel-o:

Das Boot, der Koog (hochdeutsch Kog), das Moor, das Moos, der Zoo, doof

Langes o ohne Dehnungs-h:

das Brot, der Honig, das Lot, die Losung, das Tor, der Tor, die Sole, der Strom, der Schoß, die Not, tot, schon, bloß, los, so, rot, verloren, geboren

Langes o mit Dehnungs-h:

Die Wohnung, der Lohn, das Rohr, die Sohle, die Bohne, der Argwohn, der Hohn, der Mohn, die Drohne, das Fohlen, das Ohr, der Sohn, die Dohle

Unterscheide: das Moor (Sumpf) und der Mohr (Neger),
die Sole (Salzlösung) und die Sohle (am Schuh)

Langes ö ohne Dehnungs-h:

Flöte, Kröte, Löwe, Möbel, Getöse, Stör, öde, blöde, strömen, grölen

Langes ö mit Dehnungs-h:

Föhre, Möhre, Köhler, Höhle, Böhmen, dröhnen, versöhnen, gewöhnen, stöhnen

Unterscheide: Fön (Haartrockner) und Föhn (warmer Fallwind)

Langes u ohne Dehnungs-h:

Blut, Hut, Flur, Mut, Stufe, Muse, nun, rufen, schmusen, uralt

Langes u mit Dehnungs-h:

Aufruhr, Fuhre, Huhn, Ruhm, Ruhr, Pfuhl, Stuhl, Uhr

Unterscheide: Urgroßvater (Vorsilbe ur) und Uhrzeiger,
Rum (Getränk) und Ruhm (Ehre)

Langes ü ohne Dehnungs-h:

Blüte, Bügel, Geschwür, Hügel, Gemüse, Willkür, Büste, müde, wüst, schwül, lügen, prüfen

Langes ü mit Dehnungs-h:

Bühne, Gefühl, Mühle, Frühling, Sühne, rühmen, fühlen, führen, rühren, wühlen, kühlen, kühn

Wörter mit y:

Asyl, Baby, Ägypten, Gymnasium, Glyzerin, Hymne, Hyäne, Hypothek, Labyrinth, Hydrant, Märtyrer, Nympe, Pony, Pyramide, Synagoge, Symptom, Tyrann, System, Typhus, Zypresse, Zylinder

Das oder daß:

Das (Langes a):

„Das“ ist eine Form des bestimmten Artikels (das Kaninchen, das Kind), eine Form des hinweisenden Fürworts (das Heft, dieses Heft) oder eine Form des rückbezüglichen Fürworts (das Kleid, das ich kaufte; das Kleid, welches ich kaufte). „Das“ bezieht sich immer auf ein sächliches Hauptwort, es kann in einem Satz häufig durch „dieses“ oder „welches“ ersetzt werden.

Daß (kurzes a):

„Daß“ ist ein Bindewort und leitet einen Gliedsatz ein (Ich weiß, daß du das kannst; der Lärm war so groß, daß man nichts mehr verstehen konnte).

Wörter mit „ck“:

Der Konsonant k tritt bei uns nicht doppelt auf. Nach kurzem Vokal tritt an seine Stelle „ck“: Acker, Bäcker, Brücke, Decke, Ecke, Fleck, Genick, Hacke, Jacke, Krücke, Lücke, Mücke, Nacken, Ocker, Rucksack, Schnecke, Speck, Weck, stecken, strecken, eckig, fleckig, dick, geschickt, locker, trocken, nackt, drücken, backen, packen, pflücken, meckern, necken, schmecken, schlucken, sticken, schicken

Merke: Nach Mitlauten und Doppellauten steht niemals ck: Mark, Schrank, Schalk
Ausnahmen bilden nur Eigennamen (Bismarck, Hauck, Merck)

Fremdwörter haben selten ck (Akten, Tabak, Politik, Paket, Direktor, Doktor, Diktat, Sekunde, Oktober).

Ausnahmen: Perücke, Baracke, Scheck, Barock, Blockade

Die Nachsilbe „-ig“

Viele Eigenschaftswörter werden mit der Nachsilbe „-ig“ gebildet. Die Schreibweise wird meistens aus der Steigerung ersichtlich (durstig – durstiger).

Beispiele für Eigenschaftswörter mit der Endung -ig:

abfällig, adlig, billig, brenzlich, bröcklig, brummig, bucklig, drollig, eilig, einmalig, eklig, ewig, fällig, heftig, heilig, knifflig, knorplig, krabbelig, krüppelig, langweilig, lässig, mäßig, mehlig, mollig, nachteilig, neblig, ohnmächtig, ölig, runzelig, sachkundig, schrullig, schuldig, seifig, selig, stämmig, üppig, wellig, winklig, zornig

Merke: Bei den Wörtern adlig, anstellig, bucklig, eilig, eklig usw. kommt das l vom Stamm des Ableitungswortes (Buckel – ig, Adel – ig). Mit etwas Nachdenken können diese Wörter niemals mit solchen mit der Nachsilbe „-lich“ verwechselt werden.

Die Zehnerzahlen von zwanzig bis neunzig werden mit der Nachsilbe „-zig“ gebildet: zwanzig, dreißig, vierzig, fünfzig, sechzig, siebzig, achtzig, neunzig

Die Nachsilbe „-lich“

Viele Eigenschaftswörter werden mit der Nachsilbe „-lich“ abgeleitet. Durch Steigerung oder Beugung läßt sich das leicht feststellen (empfindlich, empfindlicher).

Beispiele für Eigenschaftswörter auf „-lich“:

abendlich, absichtlich, allmählich, ängstlich, bekanntlich, beweglich, dämlich, deutlich, fälschlich, fraglich, heimlich, höflich, jugendlich, natürlich, reinlich, säuerlich, schicklich, sicherlich, täglich, traulich, ursprünglich, verderblich, wesentlich, widerlich, wunderbarlich, ziemlich

Die Nachsilbe „-isch“

Eigenschaftswörter mit dieser Nachsilbe drücken meistens die Herkunft oder die Art aus. Häufig werden sie von geographischen Bezeichnungen abgeleitet.

Beispiele für Wörter auf „-isch“:

englisch, französisch, russisch, lateinisch, griechisch, afrikanisch, amerikanisch; malerisch, nährisch, kindisch, neidisch, selbstisch, städtisch, bäurisch

Wörter mit qu

Der Buchstabe „q“ steht nie allein, sondern immer in Verbindung mit dem nachfolgenden „u“.

Beispiele für Wörter mit „qu“:

Quader, Qual, Quallen, Quark, Quartier, Quaste, Quecksilber, Quelle, Quintett, Quirl, Quitte, Quiz, quadratisch, qualifizieren, qualvoll, quer, quetschen, quieken, quietschen

Wörter mit rh:

Die Lautverbindung „rh“ kommt nur in Fremdwörtern oder Lehnwörtern vor: Katarrh, Rhabarber, Rheumatismus (Rheuma), Rhein, Rhesusaffe (Rhesusfaktor), Rhinozeros, Rhododendron, Rhombus (Rhomboid), Rhön, Rhythmus, rhythmisch

Der S-Laut

„s“ steht nach langen Vokalen oder Doppellauten: Mus, Pause, Schleuse, Reuse, Los, Grus, Geisel, Fliese, Reisig, Griesgram, Reis, Firnis, Gros, Weisheit, verreisen, brausen, hausen, böse, lösen, tosen, weisen, preisen, sausen, säuseln

„ss“ steht nach kurzen Vokalen, wenn ein Vokal folgt: Tasse, Messer, Rüssel, Wasser, hassen, lassen, müssen, messen, fassen

„ß“ im Auslaut

Baß, Biß, Guß, Nuß, Paß, Haß, Roß, Fluß, Geiß, Strauß, Ruß, Gruß, Fuß, Maß, Kloß, Floß, Schoß, Gieß, süß, bloß, weiß, heiß, mäßig, müßig, dreißig

„ß“ am Silbenende

Täßchen, Nüßchen, Wißbegier, Flüßchen, Geißlein, Sprößling, eßbar, vergeßlich

„ß“ im Inlaut

stoßen, sprießen, gießen, schießen, schließen, beißen, außen, draußen

„ss“ wird zu „ß“

1. am Wortende: fassen – Gefäß, hassen – Haß, essen – iß, wissen – gewiß
2. am Silbenende: Gasse – Gäßchen, Tasse – Täßchen, Bissen – bißchen, hassen – häßlich
3. vor „t“ in der Stammform: fressen – frißt, müssen – müßt, fassen – faßt

„ß“ im Auslaut bleibt nach langem Selbstlaut

Gruß – Grüße, Kloß – Klöße, Schoß – Schöße, Maß – Maße, Strauß – Sträube

„ß“ wird nach kurzem Selbstlaut zu „ss“

Fluß – Flüsse, Paß – Pässe, Baß – Bässe, Roß – Rosse oder Rösser, Nuß – Nüsse

Wörter auf „nis“ werden in der gebeugten Form mit „ss“ geschrieben

Das Zeugnis – des Zeugnisses – die Zeugnisse, das Gefängnis – die Gefängnisse, das Geheimnis – die Geheimnisse

Tot oder Tod

Der Tod

Das Hauptwort wird mit „d“ geschrieben. Zusammensetzungen mit dem Hauptwort „Tod“ behalten das „d“, z. B. todblaß, todelend, todernst, todfeind, todstill, todkrank, todmüde, todsicher, todwund; Todfeind, Todsünde, Scheintod, Todesgefahr, Todesangst, Todesmut, Todeskampff, Todesanzeige, Todesstrafe

tot

Das Eigenschaftswort wird mit „t“ geschrieben. Ableitungen von dem Eigenschaftswort behalten das „t“: totenstill, totenblaß; Totenstille, Totenschein, Totenehrung, Totenkopf, Totentanz, Totschläger; totschiagen, totstellen, totsagen

Wörter mit „v“

Der Vagabund, das Vakuum, die Vase, der Vater, der Vatikan, der Vegetarier, das Veilchen, die Vene, das Ventil, die Veranda, das Verb, die Vesper, der Veteran, das Vieh, das Viereck, das Vitamin, der Vogel, der Vokal, das Volk, der Vollmond, das Volumen; viel, vielerlei, vielfach, vielleicht, vielmals, vier, violett, vorstellig, vor, voran, voraus, vorbei; die Vorsilben „ver-“ und „vor-“

„v“ in der Wortmitte und am Wortende

Der Frevel, die Kurve, die Larve, das Pulver, der Sklave, der Vesuv; bevor, brav, davor, hervor, konkav

Wörter mit der Endung „-iv“

Adjektiv, Konjunktiv, qualitativ, objektiv, relativ

Der X-Laut

Wörter mit „x“ als erstem Buchstaben sind sehr selten: Xanten, Xaver, Xylophon

Wörter mit „x“ in der Wortmitte und am Wortende:

Axel (Vorname), Axt, Buxe (Hose), Faxen, Felix, Hexe, Kruzifix, Luxus, Max, Praxis, Präfix, Text; lax (lässig), fix

Ähnlich klingende Lautverbindungen gibt es in folgenden Wörtern:

-chs:

Achse, Achsel, Buchse, Dachs, Eidechse, Lachs, Luchs, Sachsen, Sechs, Sechstel

-cks:

Hecksel, Klecks, Knicks, Mucks; stracks

Auch die Wörter „flugs“ und „links“ enthalten die gleiche Lautverbindung.

Unterscheide: Lachs (Fisch) und lax (lässig);

Axel (Vorname) und Achsel (Achselhöhle);

Buxe (Hose) und Buchse (Hohlzylinder)

Wörter mit „z“ oder „tz“

Nach langem Selbstlaut und Doppellaut sowie nach Mitlauten steht einfach z.

Wörter mit z:

Arzt, Brezel, Falz, Filz, Geiz, Glanz, Grenze, Herz, Holz, Kapuze, Kauz, Kerze, Kreuz, Lanze, Salz, Schmerz, Schnauze, Schwanz, Schweiz, Spaziergang, Strapaze, Walze, Weizen; beizen, blinzeln, duzen, heizen, reizen, seufzen, tanzen, ganz, geizig

Nach kurzem Selbstlaut steht – anstelle von Doppel-z – das „-tz“, z. B.:

Fetzen, Glatze, Katze, Kratzer, Latz, Matratze, Mütze, Netz, nutzen, Platz, Witz; glitzern, kratzen, ritzen, schwitzen; nützlich, plötzlich, zuletzt

Merke: Nach Mitlaut oder Doppellaut steht niemals „tz“.

Wörter mit „ph“ und „f“

Die Lautverbindung „ph“ treffen wir nur in Wörtern fremder Herkunft. In vielen Fällen wird sie neuerdings in zunehmendem Maße durch die eindeutschende Schreibweise mit „f“ ersetzt: Telefon – Telefon, Graphik – Grafik usw.

Seit – seid

Seit ist Verhältniswort (seit langer Zeit, seit Beginn seines Studiums, seit gestern, seit heute) oder Bindewort (seit ich das weiß, richte ich mich danach).

Seid ist eine Form des Hilfszeitwortes sein: seid bitte pünktlich, seid jetzt endlich zufrieden, ihr seid doch schon groß.

Trennung

Wir trennen im allgemeinen nach Sprechsilben: Ad – ler, ed – ler, ver – lan – gen, Glöck – chen, Bil – der – rah – men, Lam – pe, Sei – te, Schach – tel

Dabei sind folgende Regeln zu beachten:

1. Ein einzelner Vokal wird niemals abgetrennt. Wörter wie Abend, Äste, Echo, Klaue, oben, Ufer usw. können deshalb nicht getrennt werden.
2. Zwei oder mehr Vokale, die eine Klangeinheit bilden, können höchstens gemeinsam abgetrennt werden:
Aa – le, Au – gen, äu – ßern, Eu – ter
3. Ein einzelner Mitlaut kommt immer auf die nächste Zeile:
Bäcke – rei, Bo – xen, erge – hen, ko – misch, Mu – si – kant, Spa – zie – ren – gehen
4. Von mehreren Mitlauten kommt nur der letzte auf die nächste Zeile:
Ach – sel, an – dere, and – re, Bün – del, Leh – rerin, Fül – lun – gen, Kämp – fer, Knos – pe, Kup – fer, lüf – ten, neb – lig, Städ – te, trin – ken, wel – lig, zor – nig

Dabei ist außerdem folgendes zu beachten:

ch, ph, rh, sch und th werden nicht getrennt, wenn sie einen einfachen Laut bezeichnen: Bü – cher, bu – chen, Pro – phet, Myr – rhe, Wä – sche, Ma – thematik

„ß“ ist immer *ein* Laut:

Bu – ße, Fü – ße, Grü – ße, Klö – ße, bei – ßen

„ck“ zerfällt bei der Trennung in k – k, z. B.: Bäk – ker, wak – ker, Zuk – ker

„st“ wird nicht getrennt: Ba – steln, Fen – ster, gün – stig, ra – sten, sech – ste, We – stern

Merke: Manchmal muß *hinter* der Lautverbindung „st“ getrennt werden: Bast – ler, erst – mals,
Mast – gans, west – lich

Zusammengesetzte Wörter werden bei der Trennung in ihre Teile zerlegt: Diens – tag, Hein – rich,
hier – in, hin – auf, vor – an, Brenn – nessel, Roll – laden, Schiff – fahrt, Schwimm – meister
(Ausnahmen: den – noch, Mit – tag)

Bei Fremdwörtern ist die Trennung schwieriger. Hier bleiben bestimmte Verbindungen von Mit-
lauten ungetrennt, z. B.: Pu – bli – kum, Di – plo – mat, Fe – bru – ar. Im Zweifelsfall gibt hier
ein gutes Wörterbuch Auskunft.

Mißverständnisse müssen bei der Trennung vermieden werden. Tief – ebene, nicht Tiefe – bene

Abkürzungen

Die folgenden Abkürzungen sind allgemeinverständlich:

A. A. Auswärtiges Amt
a. a. O. am angegebenen Ort
Abb. Abbildung
Abf. Abfahrt
Abg. Abgeordneter, Abgeordnete
Abk. Abkürzung
Abs. Absender, Absatz
Abt. Abteilung
a. d. an der (Halle a. d. Saale)
a. D. außer Dienst
A. D. Anno Domini (im Jahre des Herrn)
ADAC Allgemeiner Deutscher Automobil Club
Adr. Adresse
a. G. als Gast; auf Gegenseitigkeit
AG. Aktiengesellschaft
Anm. Anmerkung
a. o. außerordentlich (a. o. Prof. außerordentlicher Professor)
AOK Allgemeine Ortskrankenkasse
apl. außerplanmäßig (apl. Lehrer, außerplanmäßiger Lehrer)
A. T. Altes Testament
atü Atmosphären-Überdruck
Aufl. Auflage
a. Z. auf Zeit
Bd. Band (Bücher)
Bde. Bände
beif. beifolgend
beil. beiliegend
Bem. Bemerkung
bes. besonders
betr. betreffend, betreffs
bez. bezüglich, bezahlt
Bez. Bezeichnung
Bhf. Bahnhof
bibl. biblisch
bild. bildlich
Bl. Blatt (Papier)
BRD Bundesrepublik Deutschland
b. w. bitte wenden
bzw. beziehungsweise
ca. circa
d. Ä. der Ältere
DB Deutsche Bundesbahn
DBP Deutsche Bundespost
desgl. desgleichen
dgl. dergleichen
d. Gr. der Große
d. h. das heißt
d. i. das ist
Dipl. Diplom (Dipl.-Ing. Diplom-Ingenieur)
d. J. dieses Jahres; der Jüngere

DJH Deutsche Jugendherberge
DLRG Deutsche Lebensrettungsgesellschaft
DM Deutsche Mark
dpa Deutsche Presse-Agentur
Dr. Doktor (Dr. med., Doctor medicinae)
Dr. h. c. Doctor honoris causa
Dr. e. h. Doktor ehrenhalber
DRK Deutsches Rotes Kreuz
Dtzd. Dutzend
ebd. ebenda
EKD Evangelische Kirche in Deutschland
entspr. entsprechend
entw. entweder
etc. et cetera (und so weiter)
E. V. eingetragener Verein
ev. evangelisch
evtl. eventuell
EWG Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
Expl. Exemplar
Fa. Firma
ff. folgende (im allgemeinen: Seiten)
Forts. Fortsetzung
Frä. Fräulein
geb. geborene; gebunden (bei Büchern)
Gebr. Gebrüder
gefl. gefällig, gefälligst
gegr. gegründet
geh. geheftet (bei Büchern)
gen. genannt
Geschw. Geschwister; Geschwindigkeit
gest. gestorben
gez. gezeichnet
GG Grundgesetz
ggf. gegebenenfalls
GmbH Gesellschaft mit beschränkter Haftung
Hbf. Hauptbahnhof
i. A. im Auftrag
i. allg. im allgemeinen
i. J. im Jahre
Ing. Ingenieur
inkl. inklusive
J.N.R.J. Jesus Nazarenus Rex Judaeorum
i. R. im Ruhestand
Jg. Jahrgang
Jh. Jahrhundert
jr. und jun. junior
Kap. Kapitel
kart. kartoniert
kath. katholisch
Kfz. Kraftfahrzeug
kgl. königlich
Kgr. Königreich

k. o. oder K. O. knock out
 Kr. und Krs. Kreis
 led. ledig
 lfd. laufend
 Lkw und LKW Lastkraftwagen
 m.a. mittelalterlich
 M.A. Mittelalter
 Math. Mathematik
 m. a. W. mit anderen Worten
 M. d. B. und MdB Mitglied des Bundestages
 M. d. L. und MdL Mitglied des Landtages
 m. E. meines Erachtens
 MEZ Mitteleuropäische Zeit
 Mill. und Mio. Million, Millionen
 Min. Minute
 Mrd. Milliarde, Milliarden
 Ms. und Mskr. Manuskript
 Nachf. Nachfolger
 n. Chr. nach Christus
 n. Chr. G. nach Christi Geburt
 n. J. nächsten Jahres
 Nr. Nummer
 Nrn. Nummern
 N. T. Neues Testament
 OB Oberbürgermeister
 od. oder
 Pf. Pfennig
 PH Pädagogische Hochschule
 Pkt. Punkt
 Pkw und PKW Personenkraftwagen
 Pl. und Plur. Plural
 PS Pferdestärke; Postscriptum
 Reg.-Bez. Regierungsbezirk
 röm.-kath. römisch-katholisch
 sek. oder Sek. Sekunde
 Sing. Singular

s. o. siehe oben
 sog. sogenannt
 St. Stück
 stellv. stellvertretend
 Str. Straße
 stud. studiosus (Student)
 s. u. siehe unten
 svw. so viel wie
 Tb und Tbc Tuberkulose
 TH Technische Hochschule
 Tsd. Tausend
 TUA Technisches Überwachungsamt
 TÜV Technischer Überwachungsverein
 u. a. und andere, unter anderem
 u. ä. und ähnliches
 u. a. m. und andere mehr, und anderes mehr
 u. A. w. g. oder U. A. w. g. Um Antwort wird gebeten
 u. dgl. und dergleichen
 u. d. M. unter dem Meeresspiegel
 ü. d. M. über dem Meeresspiegel
 u. ff. und folgende (im allgemeinen: Seiten)
 UKW Ultrakurzwelle
 usf. und so fort
 usw. und so weiter
 u. U. unter Umständen
 verh. verheiratet
 verm. vermißt
 verw. verwitwet
 vgl. vergleiche
 v. H. vom Hundert
 v. J. vorigen Jahres
 v. T. vom Tausend
 z. B. zum Beispiel
 Ziff. Ziffer
 z. Hd. zu Händen
 z. Z. zur Zeit

Wichtige Fremdwörter

(nicht aus Wissenschaft und Technik)

A

Abakus – Rechentafel der Griechen und Römer
Abitur – Reifeprüfung. Abiturient, Abiturientin
abnorm – außergewöhnlich, widernatürlich. Abnormität

Abonnent – Dauerbezieher. Abonnement, abonnie-
ren

Abrakadabra – Zauberwort, geheimnisvolles Gerede
abreagieren – sich von etwas freimachen. Abreaktion

abrupt – plötzlich, zusammenhangslos

absolut – durch nichts bedingt; ohne Bezug auf etwas
Absolution – Freisprechung

Absolutismus – Lehre von der unbeschränkten Staats-
gewalt

absolvieren – etwas beenden. Absolvent

absorbieren – aufsaugen

abstinent – enthaltsam. Abstinenz

abstrakt – unwirklich, begrifflich. abstrahieren,
Abstraktion

absurd – ungereimt, verworren

Abszisse – waagerechte Achse im Koordinaten-
system

a cappella – ohne Instrumentalbegleitung

a conto – auf Rechnung

addieren – hinzufügen. Addition – Zusammen-
zählung

ad infinitum – ins Unendliche

Adjektiv – Eigenschaftswort

adjektivisch – als Eigenschaftswort gebraucht

Adjunkt – Amtsgehilfe

Administration – Verwaltung. administrativ,
Administrator

Admiral – höchste Rangklasse der Seeoffiziere.

Admiralität

Adonis – schöner Mann

adoptieren – an Kindesstatt annehmen

Adresse – Anschrift des Empfängers. adressieren,
Adressat

adrett – hübsch, ordentlich

Advent – Ankunft, die Zeit am Beginn des Kirchen-
jahres vor Weihnachten

Adverb – Umstandswort; adverbial

adversativ – einen Gegensatz bildend

Advokat – Rechtsbeistand. advocatus diaboli – An-
walt des Teufels

Aeronautik – Luftfahrt

Aeroplan – Flugzeug

Affekt – Gemütsbewegung

affektiert – geziert, gekünstelt, unnatürlich

Affront – Kränkung

Agent – Geschäftsführer, Beauftragter, Vertreter,
Spion. Agentur, agieren

Aggregatzustand – äußere Form eines Stoffes (fest,
flüssig, gasförmig)

aggressiv – angriffslustig, feindselig. Aggression,
Aggressor

agil – beweglich

Agitation – Propaganda. Agitator, agitieren

Agrikultur – Ackerbau, Landwirtschaft

Airport – Flughafen

Akademie – Hochschule. akademisch – Akademiker

Akklamation – Zuruf

akklimatisieren – an das Klima anpassen. Akklima-
tisation

Akkord – Zusammenklang von Tönen

akkreditieren – beglaubigen. Akkreditiv

Akku = Akkumulator – Sammler für elektrischen
Strom

akkurat – genau

Akrobat – Trapezkünstler. Akrobatik

Akt – 1. Handlung (oft feierlich); 2. Teil eines
Dramas; 3. nackte Gestalt in der Kunst; 4. Akten,
Schriftstücke. Urkunde

Aktie – Anteilschein am Kapital eines Unterneh-
mens. Aktionär

Aktion – Tat

aktiv – tätig, wirksam. Aktivität

aktuell – im Augenblick wichtig. Aktualität

Akustik – die Lehre vom Schall

akut – dringlich, drängend

Akzeleration – Beschleunigung

Akzent – Betonung eines Wortes; Aussprache. ak-
zentuieren

Akzept – Annahme (besonders von Wechseln)

Alabaster – reiner Gips

Alarm – Warnruf. alarmieren

Albino – Lebewesen ohne Farbstoff in Auge, Haar
und in der Haut

Album – Sammelbuch

Algebra – Buchstabenrechnung, insbesondere Lehre
von den Gleichungen mit einer und mehreren
Unbekannten

alias – anders, sonst, auch

Alibi – Nachweis der Abwesenheit vom Tatort

Alkalde – spanischer Bürgermeister

Alkohol – Weingeist. alkoholisch, Alkoholiker

Alkoven – Bettische

Allee – Straße mit Bäumen zu beiden Seiten

Allegorie – bildliche Darstellung. allegorisch, Alle-
gorismus

Allergie – Überempfindlichkeit. allergisch, Allergiker

Allianz – Verbindung, Bündnis

Alma mater – Bezeichnung einer Hochschule

- Almosen – Gabe an die Armen
 Alt – tiefe Frauenstimme. Altistin
 Altan – Vorbau, Balkon
 Altar – Opferstätte
 Amalgam – Legierung eines Metalls mit Quecksilber
 Amateur – Liebhaber; beim Sport: kein Berufssportler
 Ambition – Ehrsucht
 Ambivalenz – Doppelwertigkeit, das Nebeneinander entgegengesetzter Gefühle. ambivalent
 ambulant – umherziehend, wandernd
 Ambulanz – Klinik für ambulante Behandlung, Krankenwagen
 ambulante Behandlung (der Patient sucht den Arzt auf)
 Amnesie – Gedächtnisverlust
 Amnestie – Straferlaß. amnestieren
 amorph, amorphisch – formlos
 amortisieren – tilgen (Schulden). Amortisation, amortisabel (tilgbar)
 Amputation – Ablösung eines Gliedes durch einen operativen Eingriff. amputieren
 Amulett – Schutzmittel gegen Krankheit
 amüsan – unterhaltend. amüsieren – Amüsement
 Anachronismus – unzeitgemäßes Verhalten. anachronistisch
 analog – entsprechend. Analogie
 Analphabet – des Lesens Unkundiger
 Analyse – Auflösung des Ganzen in seine Teile. analysieren
 Anämie – Blutarmut
 Anarchie – Gesetzlosigkeit. Anarchist, Anarchismus
 Anästhesie – Schmerzbetäubung
 Anatomie – Wissenschaft vom dem Bau und der Lage der menschlichen Körperteile und Organe. Anatom, anatomisch (zergliedernd)
 Anekdote – Geschichte über eine Persönlichkeit
 Animosität – Feindschaft
 annektieren – sich (mit Gewalt) aneignen. Annektion
 Annonce – Kündigung, Zeitungsanzeige
 annullieren – widerrufen. Annullierung
 Anorak – Windbluse
 anomal – regelwidrig, ungesetzlich, unregelmäßig
 Anthropologie – Lehre vom Menschen. Anthropologie, anthropologisch
 Antifaschist – Gegner des Faschismus
 Antike – griechisch-römisches Altertum. antik
 antiklerikal – kirchenfeindlich
 Antinomie – unauflösbarer Widerspruch
 Antipathie – Abneigung
 Antiqua – lateinische Druckschrift
 antiquiert – veraltet
 Antisemitismus – Judenfeindlichkeit. Antisemit
 Apathie – Teilnahmslosigkeit. apathisch
 Aphorismus – Gedankensplitter. aphoristisch
 apodiktisch – unwiderleglich
 Apokalypse – Offenbarung. apokalyptisch
 Apostel – Überzeugter, werbender Bote, Vertreter einer neuen Lehre.
 Apotheose – Vergöttlichung
 Appell – Aufruf, Mahnruf. appellieren, Appellation
 Applikation – Aufnähbarkeit. applizieren
 Approbation – staatliche Zulassung als Arzt oder Apotheker
 Arabeske – Flächenverzierung mit Verschnörkelung. arabesk
 Archiv – Urkundensammlung. Archivar
 Argument – Beweis. argumentieren
 Arie – lyrisches Gesangsstück mit Instrumentalbegleitung
 Aristokratie – Adels Herrschaft. Aristokrat, aristokratisch
 Arkade – Bogenreihe auf Pfeilern
 armieren – bewaffnen, befestigen
 Aroma – würziger Geruch
 Arrangement – Aufbau, Anordnung, Vergleich. arrangieren
 Arroganz – Dünkel
 Artikulation – deutliche Aussprache. artikulieren
 asozial – unfähig, sich in die Gemeinschaft einzuordnen
 Aspekt – Gesichtspunkt
 Aspirant – Bewerber
 Ästhetik – Wissenschaft vom dem Schönen. ästhetisch, Ästhet
 Astrologe – Sterndeuter
 Astronom – Wissenschaftler, der sich mit der Himmelskunde beschäftigt
 Astronaut – Raumfahrer
 Asyl – Zufluchtsort
 Athlet – Wettkämpfer
 Atomphysik – Wissenschaft vom Wesen und Bau des Atoms
 Attacke – Angriff
 Attest – Bescheinigung
 Attraktion – Anziehungspunkt
 Attrappe – Nachahmung, Schaupackung
 Audienz – Empfang bei hochgestellten Persönlichkeiten
 Auktion – Versteigerung. Auktionator
 Auspizium – Voraussicht, Vorbedeutung
 authentisch – aus zuverlässiger Quelle stammend
 Autogramm – eigenhändige Unterschrift
 Autonomie – Selbstständigkeit; das Recht, sich eigene Gesetze zu geben
 Autor – Urheber, Verfasser
 avanti – vorwärts
 avisieren – ankündigen
 Axiom – ein Satz, der nicht beweisbar, aber auch nicht bestreitbar ist
 Azur – Himmelsblau

B

- Badminton – Federballspiel
 Bagage – Gepäck, auch als Schimpfwort: Gesindel

Bagatelle – Geringfügigkeit. bagatellisieren, Bagatellsachen (Rechtsstreitigkeiten mit geringem Streitwert)
 Bakterien – Erreger von Krankheiten, Fäulnis und Gärung. bakteriell, Bakteriologie, bakteriologisch
 Balance – Gleichgewicht. balancieren
 Ballast – tote Last
 Ballistik – Lehre von den Geschößbahnen
 Bambino – kleines Kind
 banal – gewöhnlich
 Banause – unkünstlerischer Mensch
 Bandage – Binde zur Stützung besonders gefährdeter Gelenke. bandagieren
 Banderole – Papierstreifen für steuerpflichtige Gegenstände
 Bankett – 1. freier Streifen neben der Fahrbahn; 2. Festmahl
 Bankier – Kaufmann, der Geldgeschäfte betreibt
 Bankrott – Zahlungsunfähigkeit
 Barbar – ungebildeter Mensch. barbarisch, Barbarei
 Barett – Kopfbedeckung
 Bariton – mittlere Männerstimme
 Barometer – Luftdruckmesser
 Basis – Ausgangspunkt, Grundlage
 Baß – tiefe Männerstimme
 Bastion – Festungsteil, Bollwerk
 Batik – besondere Art des Stoffdrucks
 Batist – feines Leinengewebe
 Beefsteak – Stück aus der Rindslede
 Belletristik – Unterhaltungsliteratur. belletristisch
 Berserker – wilder Kerl, Mann mit Bärenkraft
 Bestie – wildes Tier. bestialisch, Bestialität
 Bigamie – Doppelehe
 bilateral – zweiseitig
 Bibliophile – Bücherfreund
 Bibliothek – Bücherei. Bibliothekar, bibliothekarisch
 Bigotterie – Frömmerei. bigott
 Billett – Fahrkarte, Eintrittskarte, Briefchen
 Blamage – Schande. blamabel, blamieren
 blanko – unbeschrieben (Blankowechsel, Blanko-unterschrift)
 blasiert – eingebildet
 Blasphemie – Gotteslästerung. blasphemisch
 blessieren – verwunden
 Blockade – Belagerung (insbesondere von See her). blockieren
 Bluejeans – Farmerhosen aus derbem, blauem Stoff
 Bluff – Irreführung, Einschüchterung. bluffen
 Bluttransfusion – Blutübertragung
 Boiler – Warmwasserbehälter
 Bombast – Schwulst. bombastisch
 Bonmot – treffendes Witzwort
 Bonus – allgemeine Sondervergütung
 Boom – plötzlicher Auftrieb im Wirtschaftsleben
 Bouillon – Fleischbrühe
 Boulevard – breite Straße
 Boutique – Kneipe, Kramladen, Geschäft für modisches Zubehör
 Brachialgewalt – rohe Gewalt

Bramarbas – Prahlhans, Großmaul
 Branche – Geschäftszweig
 Bratsche – Streichinstrument, etwas tiefer als die Geige
 Brisanz – Explosionsenergie
 Bronze – Legierung aus Kupfer und Zinn
 brüsk – barsch. brüskieren
 Brutalität – Gefühllosigkeit, Roheit. brutal
 Budget – Voranschlag öffentlicher Haushalte
 bugsieren – abschleppen
 Bulletin – Tagesbericht
 Bumerang – australisches Wurfholz
 burlesk – komisch, possenhafte
 Bürokratie – engstirnige Beamtenherrschaft. bürokratisch
 burschikos – ungezwungen
 Butler – Haushofmeister

C

Camping – Ferienlager
 Cañon – enges tiefes Tal
 Cape – ärmelloser Umhang
 Caritas – Nächstenliebe
 Catcher – Freistilringer
 Catchup – pikante Tomatensoße
 Chalet – Schweizerhaus, Landhaus, Sennhütte
 Champagner – französischer Schaumwein
 Chaos – wüstes Durcheinander, Wirrwarr
 Charakter – Eigenart. charakteristisch, Charakteristik, charakterisieren
 Charme – Anmut. charmant
 chartern – auf bestimmte Zeit mieten (Schiffe, Flugzeuge)
 chevaleresk – ritterlich
 Chiffre – Geheimzeichen. chiffrieren
 cholerisch – leicht reizbar, aufbrausend. Choleriker
 Chromosom – Bestandteil des Zellkerns, Träger der Erbanlagen
 Chronik – Tagebuch (meist mit offiziellem Charakter). Chronist
 chronologisch – der Zeit nach geordnet
 Circulus vitiosus – fehlerhafter Kreislauf, Trugschluß
 City – Altstadt, Geschäftsviertel einer Großstadt
 Clan – Sippe
 Clou – Glanzpunkt, Gipfelpunkt
 Cocktail – Mixgetränk
 College – höhere Schule
 Communiqué – amtliche Mitteilung
 conditio sine qua non – unerläßliche Voraussetzung
 Container – Großbehälter für den Transport
 Contenance – Gemütsruhe
 Copyright – Eigentumsrecht an schriftlichen Veröffentlichungen
 coram publico – vor aller Augen
 Corned beef – gesalzenes Rindfleisch

Couch – breite Liegestatt
 Coup – überraschende Tat
 Couplet – witziges Lied
 Courage – Mut. couragiert
 Cousin – Vetter. Cousine – Base
 Cup – Pokal, Preis in sportlichem Wettkampf (Davis-Cup)
 Curry – scharfes indisches Gewürz
 Cutter – Schnittmeister bei Film und Fernsehen
 Cymbal – Saiteninstrument

D

da capo – Beifallszuruf; in der Musik: noch einmal, Wiederholung
 Daktyloskopie – Fingerabdruckverfahren
 dalli! – schnell
 Dämon – böser Geist. dämonisch, Dämonie
 Danaer-Geschenk – Geschenk, das Unheil bringt
 Dandy – Geck, Stutzer
 Datum – Zeitangabe (Mehrzahl: Daten)
 Debakel – Zusammenbruch
 Debatte – Erörterung, Aussprache
 Debüt – erstes Auftreten. Debütant, debütieren
 dechiffrieren – entziffern
 de facto – tatsächlich
 Defaitismus – Miesmacherei. Defaitist
 defekt – schadhaft
 Defensive – Verteidigung, Abwehr. defensiv
 Definition – Begriffsbestimmung. definieren
 definitiv – endgültig
 Deformation – Verunstaltung. deformieren
 Defraudant – Betrüger
 Degeneration – Entartung. degenerieren
 degressiv – abnehmend. Degression
 de jure – von Rechts wegen
 Dekadenz – Verfall. dekadent
 Deklamation – kunstvoller Vortrag. deklamieren, Deklamator
 Deklaration – grundsätzliche Erklärung mit Rechtswirksamkeit. deklarieren
 Deklassierung – Herabsetzung. deklassieren
 Dekolleté – tiefer Kleidausschnitt. dekolletieren
 Dekor – Verzierung. Dekorateur, Dekoration, dekorativ, dekorieren
 Dekret – Beschluß, Verordnung. dekretieren
 Delikatesse – Leckerbissen. delikat
 Delikt – Vergehen, Straftat
 Delinquent – Übeltäter
 Delirium – Fieber, Wahnzustand. delirieren
 Demagoge – Volksverführer. demagogisch
 Demarkation – Abgrenzung
 demaskieren – entlarven. Demaskierung
 Dementi – Widerruf. dementieren
 Demission – Rücktritt. demissionieren
 Demokratie – Volksherrschaft. Demokrat, demokratisch
 Demonstration – Beweis, Kundgebung. Demonstrant, Demonstrationsrecht, demonstrieren

Denunziant – Angeber aus niedrigen Beweggründen.
 Denunziation, denunzieren
 Depesche – Funknachricht. depeschieren
 Deportation – zwangsweise Verschickung, deportieren
 Deputation – Abordnung. Deputierter
 Derwisch – Mitglied eines religiösen Ordens
 Desaster – Zusammenbruch, Mißgeschick
 desavouieren – im Stich lassen
 Deserteur – Fahnenflüchtiger. desertieren, Desertion
 Desinfektion – Vernichtung von Krankheitskeimen. desinfizieren
 Desinteresse – Gleichgültigkeit
 desodorieren – geruchlos machen
 desolat – traurig, trostlos
 Desorganisation – Unordnung
 Desperado – Bandit
 desperat – verzweifelt
 Despotie – Willkürherrschaft. despotisch, Despot
 Destruktion – Zerstörung. destruktiv
 Detail – Einzelheit
 Detektiv – Geheimpolizist
 Detonation – Explosion. detonieren
 Devise – 1. Wahlspruch, 2. Zahlungsmittel in ausländischer Währung
 Dextrose – Traubenzucker
 Diabetes – Zuckerkrankheit. Diabetiker
 diabolisch – teuflisch
 Diadem – Stirnreif
 Diagnose – Erkennung
 Dialekt – Mundart
 Dialog – Zwiegespräch
 Diaskop – Projektionsapparat für Diapositive (Dias)
 Diaspora – religiöse Minderheit
 Didaktik – Unterrichtslehre, didaktisch
 Diffamierung – Verleumdung, diffamieren
 different – verschieden. Differenz, differieren
 differenzieren – verschieden gestalten. Differenzierung
 Dilemma – Zwangslage
 Dilettant – Halbwisser, Nichtfachmann. dilettantisch, dilettieren
 Dimension – Ausmaß, Bereich. dimensional
 Diplom – Urkunde, Ehrenzeugnis
 Diplomatie – Staatskunst. Diplomat, diplomatisch
 Disharmonie – Mißklang, Uneinigkeit. disharmonisch
 Diskothek – Schallplattensammlung
 Diskrepanz – Unstimmigkeit. diskrepant
 Diskretion – Verschwiegenheit. diskret
 Diskriminierung – unterschiedliche Behandlung, Herabsetzung, diskriminieren
 Diskussion – Erörterung, Aussprache. diskutieren, diskutieren
 Disput – Wortwechsel. disputieren
 Disqualifikation, Disqualifizierung – Untauglichkeitserklärung. disqualifizieren
 Dissonanz – Mißklang
 Distanz – Abstand. distanzieren

Distrikt – Bezirk, Bereich
 Disziplin – Ordnung. Disziplinarstrafe, disziplinieren, diszipliniert
 Divergenz – Meinungsverschiedenheit. divergent, divergieren
 Dividende – Gewinnanteile
 Dogma – Kirchenlehre, Glaubenssatz. Dogmatiker, dogmatisch, dogmatisieren
 Dokument – Schriftstück, Urkunde. dokumentarisch, Dokumentation, dokumentieren
 Dolmetscher – Übersetzer. dolmetschen
 Domizil – Wohnsitz
 Dompteur – Tierbändiger
 Doping – Anregung. dopen
 Dosis – kleine Menge
 Douane – Bezeichnung für Zoll, Zollamt
 Double – Ersatzspieler
 Doyen – Anführer, Wortführer des Diplomatischen Korps
 Dozent – Hochschullehrer. Dozentur, dozieren
 Draisine – Schienenwagen im Eisenbahnbetrieb
 drakonisch – sehr streng
 Drama – für die Bühne bestimmte Dichtung. Dramatiker, dramatisch, dramatisieren
 Drapierung – Ausschmückung. drapieren
 drastisch – handgreiflich, sehr wirksam
 Dschungel – undurchdringliches Dickicht
 Dualismus – Zwispältigkeit. Dualist, dualistisch
 dubios und dubiös – zweifelhaft, unsicher
 Duell – Zweikampf. duellieren
 Duett – Musik für zwei Gesangsstimmen
 Dukaten – Goldmünzen
 Dulzinea – Angebotete, Geliebte (bei Cervantes)
 Duo – Musikstück für zwei Instrumente
 düpieren – vortäuschen, betrügen
 Duplikat – Zweitausfertigung

E

Eau de Cologne – Kölnisch Wasser
 Edition – Ausgabe. Editor, edieren
 Effekt – Wirkung. effektiv, effektivvoll
 egalisieren – gleichmachen
 Eklat – Aufsehen. eklatant
 Ekstase – höchste Begeisterung. ekstatisch
 Elaborat – Machwerk
 Elastizität – Spannkraft. elastisch
 Eldorado – sagenhaftes Goldgebiet
 Eleganz – Geschmack, Feinheit. elegant
 Element – Grundbestandteil, elementar
 Elite – Auslese
 Emanzipation – Gleichstellung. emanzipiert (frei), sich emanzipieren
 Embargo – Ausfuhrsperre
 Emblem – Hoheitszeichen
 Emigrant – Auswanderer. Emigration, emigrieren
 Emotion – Gemütsbewegung. emotional
 Empirie – Erfahrung. empirisch
 en bloc – in Bausch und Bogen

Energie – Tatkraft. energisch
 Engagement – Verpflichtung. engagieren
 en miniature – in kleinem Maßstab
 enorm – ungeheuerlich, erstaunlich
 en passant – beiläufig
 Ensemble – 1. Gesamtheit der Solisten, 2. Kleid mit Jacke
 entre nous – unter uns, vertraulich
 en vogue – modisch
 Enzyklopädie – Nachschlagewerk
 Epidemie – Massenerkrankung, Seuche. epidemisch
 Epik – erzählende Dichtkunst. Epiker, episch
 Episode – Zwischenspiel. episodisch
 Epistel – Brief
 Epitaph – Grabmal mit Inschrift
 Epoche – Zeitabschnitt. epochal
 Eremit – Einsiedler
 Erotik – geistig-seelischer Bereich der Liebe. erotisch
 Eruption – Ausbruch
 Eskalation – Ausweitung. eskalieren
 Eskapade – Seitensprung
 Eskorte – Geleit. eskortieren
 Esprit – Geist, Witz
 Essay – kurze Abhandlung. Essayist
 Essenz – Hauptbegriff
 Estrich – fugenloser Fußboden
 Etage – Stockwerk
 Etat – Staatshaushalt. etatmäßig
 Ethik – Sittenlehre. Ethiker, ethisch
 Etikett – 1. Schildchen, 2. feiner Brauch
 Etikette – Förmlichkeit
 Euphemismus – Beschönigung. euphemistisch
 Evolution – Entwicklung
 Examen – Prüfung. examinieren
 Exekution – Vollstreckung. exekutieren
 Exempel – Beispiel, Aufgabe
 Exemplar – Stück, Muster. exemplarisch
 exerzieren – üben
 Exil – Verbannung
 Existenz – Dasein, Vorhandensein. Existenzkampf, existenziell, existieren
 ex officio – von Amts wegen
 exorbitant – gewaltig
 Exot – Angehöriger ferner Länder. exotisch
 Experiment – Versuch. experimentieren
 Experte – Sachverständiger, Gutachter. Expertise (Begutachtung)
 Export – Ausfuhr. exportieren, Exporteur
 extraordinär – außerordentlich
 Extravaganz – Überspanntheit. extravagant
 extrem – äußerst
 exzentrisch – überspannt
 Exzeß – Ausschweifung. exzessiv

F

Fabrik – Produktionsbetrieb. Fabrikant, Fabrikat (Erzeugnis), fabrizieren
 Fairness – Redlichkeit. fair

faktisch – tatsächlich
 Fakultät – Lehrbefähigung
 Falsifikat – Fälschung
 Fama – Gerücht
 Famulus – Gehilfe
 Fanatiker – Eiferer. fanatisch, fanatisieren
 Farce – Posse
 Farm – landwirtschaftlicher Betrieb. Farmer
 Faszination – Bezauberung. faszinieren
 Fauxpas – Taktlosigkeit, Fehltritt
 Favorit – Günstling, erwarteter Sieger. favorisieren
 Feature – aktuelles Hörbild
 Festival – Festspiel
 Feuilleton – Unterhaltungsteil einer Zeitschrift.
 Feuilletonist, feuilletonistisch
 Fiasko – Mißerfolg
 Fidibus – gefalteter Papierstreifen
 Fiktion – Annahme, Unterstellung. fiktiv
 Finale – Schlußteil
 Finanz – Geldgeschäft, Geldwesen. finanzieren
 Finish – Endkampf
 Finte – Ausflucht
 Firlefanz – Torheit
 Fiskus – Staatskasse. fiskalisch
 fit – leistungsfähig
 fixieren – festlegen
 flexibel – geschmeidig
 florieren – blühen, geschäftlich vorankommen
 Fluidum – Wirkung
 Fluktuation – Schwankung. fluktuieren
 Fluoreszenz – Aufleuchten unter Strahleneinwirkung.
 fluoreszieren
 forcieren – mit Gewalt beschleunigen
 Formalität – Förmlichkeit. formalistisch, formal
 Formierung – Aufstellung. formieren
 forte – stark
 Fortissimo – sehr stark
 fragil – zerbrechlich
 Fragment – Bruchstück. fragmentarisch
 frankieren – freimachen. Frankatur
 frappant – überraschend. frappierend
 Frequenz – Häufigkeit, Zulauf, Verkehr. frequen-
 tieren
 Fresko – Wandmalerei auf frischem Putz
 Frivolität – Leichtfertigkeit. frivol
 frugal – einfach
 Frustration – Täuschung. frustrieren
 Fundament – Grundlage. fundamental, fundamen-
 tieren
 fundieren – begründen, fundiert
 Fundus – Bestand
 Funktion – Dienstleistungsaufgabe. funktionieren,
 (richtig arbeiten)
 Furie – Rachegöttin

G

Galanterie – Höflichkeit. Galan, galant
 Gangway – Laufgang vom Schiff ans Ufer

Garant – Bürge. garantieren, Garantie
 garnieren – schmücken. Garnierung
 Gastronom – Gastwirt. Gastronomie, gastronomisch
 General – ranghöchster Offizier, generalisieren (ver-
 allgemeinern)
 Generation – Menschenalter, alle gleichzeitig leben-
 den Menschen
 generell – allgemeingültig
 Genesis – Entstehung
 Gestikulation – Gebärden Sprache. gestikulieren
 Gigant – Riese. gigantisch
 Girl – Mädchen, Mitglied einer Tanzgruppe
 Giroverkehr – bargeldloser Zahlungsverkehr
 Gnom – Kobold. gnomenhaft
 Gobelin – Wandteppich
 Gouverneur – Statthalter, Gouvernement
 Graphik – Sammelbezeichnung für Holzschnitte,
 Kupferstiche, Lithographien und Handzeichnungen
 von Graphikern. graphisch
 gratis – unentgeltlich
 gravieren – auf Metall zeichnen
 gravitatisch – würdevoll
 Grazie – Anmut. grazios (geschmeidig), anmutig
 Gremium – Körperschaft, Gemeinschaft
 groggy – angeschlagen
 grotesk – überspannt, verzerrt. Grotteske

H

Habitus – Aussehen, Körperbau, Gehabe, Charakter-
 veranlagung
 Halluzination – Sinnestäuschung
 Handikap – Benachteiligung. gehandikapt
 Hangar – Flugzeugschuppen
 Happy-End – guter Ausgang
 Harmonie – Einklang, Übereinstimmung. harmo-
 nisch, Harmonik, harmonisieren
 Harpune – Wurfspieß mit Widerhaken. harpunieren
 Hegemonie – Vorherrschaft
 hektisch – fieberhaft
 Helikopter – Hubschrauber
 Hemisphäre – Erdhalbkugel
 Heraldik – Wappenkunde. heraldisch
 hermetisch – unzugänglich, verschlossen
 Heros (Mehrzahl: Heroen) – Halbgott
 heterogen – andersartig
 Hierarchie – Rangordnung. hierarchisch
 homogen – gleichartig. homogenisieren, Homogenität
 Homo sapiens – wissenschaftliche Bezeichnung für
 den vernunftbegabten Menschen
 Homunkulus – künstlich erzeugter Mensch
 Honorar – Vergütung für Arbeitsleistungen in freien
 Berufen. honorieren
 Horizont – scheinbare Begrenzungslinie zwischen
 Himmel und Erde, Gesichtskreis. horizontal,
 Horizontale
 Horror – Abscheu
 Hospitant – Gasthörer, z. B. an Hochschulen.
 hospitieren

human – menschlich, menschenfreundlich. humanisieren, Humanität
 Humor – heitere Stimmung. Humoreske, humorig, Humorist, humoristisch
 Hybris – Übermut
 hydraulisch – mit Flüssigkeitsdruck arbeitend
 Hygrometer – Luftfeuchtigkeitsmesser
 Hymne – feierlicher Gesang
 Hypnose – schlafähnlicher Zustand
 Hypochonder – eingebildeter Kranker
 Hypothek – eingetragenes Pfandrecht
 Hysterie – krankhafter Seelenzustand. hysterisch

I

Ideal – Leitgedanke, Wunschbild. idealisieren, Idealist, Idee
 Identifikation – Feststellung der Gleichheit. identifizieren, identisch (gleich) sein
 Idiom – Sprache, Mundart. idiomatisch
 Idol – Götzenbild
 Idyll(e) – einfaches friedliches Leben. idyllisch
 Iglu – rundes Schneehaus der Eskimos
 Ignoranz – Unwissenheit. Ignorant, ignorieren
 illegal – unrechtmäßig. Illegalität
 Illusion – Einbildung. illusorisch
 Illustration – Bilderschmuck. Illustrator, illustrieren, Illustrierte
 Imitation – Nachahmung. Imitator, imitieren
 immens – unermesslich
 Immobilien – Grundstücke. immobil (unbeweglich)
 Immunität – Unempfindlichkeit, Persönlichkeitschutz der Abgeordneten. immunisieren, immun
 Imperialismus – Ausdehnungsdrang der Großmächte. imperialistisch
 Impertinenz – Frechheit. impertinent
 Imponderabilien – Unwägbarkeiten. imponderabel
 imponieren – Eindruck machen. imposant
 imprägnieren – wasserdicht machen
 Improvisation – unvorbereitetes Handeln. improvisieren, Improvisator
 Impuls – Anregung, Anreiz. impulsiv (lebhaft)
 indiskret – taktlos. Indiskretion
 Individuum – Einzelwesen. Individualismus, individuell
 Indiz – Anzeichen. Indizienbeweis
 Industrie – Produktion in Großbetrieben. Industrialisierung, industrialisieren
 Infamie – Niedertracht. infam
 Infekt, Infektion – Ansteckung. infektiös
 Inferno – Hölle. infernalisch
 infizieren – anstecken
 in flagranti – auf frischer Tat ertappt
 Information – Auskunft, Nachricht. informativ, informieren
 Initiative – Unternehmungsgeist. Initiator, initiieren
 Injektion – einspritzen. injizieren
 inklusive – einschließlich

inkognito – unerkannt
 inkompetent – nicht zuständig
 inkonsequent – wankelmütig
 inkorrekt – unrichtig, fehlerhaft, unzulässig
 in memoriam – zum Andenken
 Inserat – Zeitungsanzeige. Inserent, inserieren
 Inspektion – Prüfung, Kontrolle. Inspekteur, inspizieren, Inspektor
 Installation – Einbau, Anlage. Installateur, installieren
 Instanz – zuständige Stelle
 Instinkt – Ahnung, Naturtrieb. instinktiv
 Instruktion – Dienstanweisung, Anleitung. Instrukteur, instruieren
 Instrument – Werkzeug. instrumental
 intakt – unberührt, fehlerfrei
 Integration – Vereinigung zur Ganzheit. integrieren, integrierbar
 Intellekt – Verstand, Denkvermögen. Intellektueller, intellektuell
 Intermezzo – Zwischenspiel
 international – zwischenstaatlich. Internationalität
 Interpretation – Auslegung. Interpret, interpretieren
 Intervention – Einmischung, Vermittlung. intervenieren
 Interview – Unterredung mit bekannten Persönlichkeiten. interviewen, Interviewer
 Intoleranz – Unduldsamkeit. intolerant
 Intrigant – Ränkeschmied. intrigieren
 Introduction – Einleitung
 Invalide – Arbeitsunfähiger. Invalidität
 Invasion – Einfall
 Inventar – Einrichtungsgegenstände. inventarisieren
 Investition – Kapitalanlage. investieren
 irregulär – ungesetzmäßig
 Isolation, Isolierung – Absonderung, Sperrung. isolieren
 Isthmus – Landenge

J

Jalousie – Rolladen
 Jamboree – Pfadfindertreffen, Zusammenkunft
 Jargon – Sondersprache einer Berufsgruppe oder Gesellschaftsschicht
 Jazz – zeitgenössischer Musikstil. Jazzkapelle
 Jeep – kleiner Geländekraftwagen mit Vierradantrieb
 Jeton – Spielmarke
 Job – Verdienst, Stelle, Erwerbsmöglichkeit
 Jockei – berufsmäßiger Rennreiter
 Journalist – Zeitungsschriftsteller. Journalistik, journalistisch
 Jovialität – Gönnerhaftigkeit. jovial
 Junior – der Jüngere
 Junktim – Verbindung politischer Maßnahmen und völkerrechtlicher Verträge
 Jury – Preisgericht
 Juwel – Schmuckstück. Juwelier

K

Kabarett – Kleinkunsthöhne. Kabarettist
 Kabinett – Staatsregierung
 Kadaver – toter Tierkörper
 Kalabreser – breitrandiger Hut
 Kalamität – Verlegenheit, Notlage
 Kalebasse – Flaschenkürbis
 Kaliber – Durchmesser
 Kalkulation – Ermittlung der Kosten. Kalkulator, kalkulieren
 kampieren – lagern
 Kandare – Gebißstange des Pferdes
 Kandelaber – Lampe
 Kandidat – Anwärter. Kandidatur, kandidieren
 Kannibalismus – Menschenfresserei. Kannibale, kannibalisch
 Kanüle – Röhrrhen
 Kapazität – Fassungsvermögen
 Kapitulation – Aufgabe, Übergabe. kapitulieren
 Kapriole – toller Einfall. kapriziös
 Karambolage – Zusammenstoß. karambolieren
 Karat – Maß für die Feinheit einer Goldlegierung, Gewicht für Edelsteine
 Karenz – Wartezeit
 Karikatur – Spottbild. Karikaturist, karikieren
 Karies – Knochen- oder Zahnfäule
 kariös – angefault (bes. bei Zähnen)
 Karitas – Nächstenliebe. karitativ
 Karosserie – Wagenoberbau, Aufbau von Kraftwagen. karossieren
 Kassierer – Geldeinnehmer. kassieren
 Katakombe – unterirdische Begräbnisstätte
 Katalog – Verzeichnis. katalogisieren
 Katapult – Schleudermaschine. katapultieren
 Katastrophe – Unglücksfall. katastrophal
 Keramik – Töpferei. keramisch
 Kilo – 1000, z. B. Kilometer, Kilogramm
 Kiosk – Verkaufshäuschen
 Kismet – Schicksal
 Klausel – Einschränkung, Vorbehalt
 Kleptomanie – krankhafter Trieb zum Diebstahl. Kleptomane, kleptomanisch
 Klerus – Priesterschaft. Kleriker, klerikal
 Klischee – Druckstock, Abklatsch. klischieren
 Knock-out – Niederschlag
 Koalition – Vereinigung, Bündnis. koalieren
 Kode – Schlüssel zu Geheimschriften, Telegraphenschlüssel
 Koedukation – gemeinsame Erziehung beider Geschlechter
 Koexistenz – friedliches Nebeneinanderbestehen von Staaten. koexistieren
 Koketterie – Gefallsucht. kokett, kokettieren
 Kollaboration – Zusammenarbeit mit dem Feind. Kollaborateur, kollaborieren
 Kollekte – Einsammeln freiwilliger Gaben
 Kollektion – Sammlung
 Kollektiv – Arbeits- und Produktionsgemeinschaft. kollektivieren, Kollektivismus

kollidieren – zusammenstoßen. Kollision
 Koloß – Ungetüm. kolossal
 Kombination – Zusammenstellung, Verbindung. kombinieren (vereinigen, berechnen, vermuten)
 Komfort – Bequemlichkeit. komfortabel
 komisch – belustigend. Komik, Komiker
 Kommandant – Befehlshaber. Kommandantur, kommandieren
 Kommentar – Erläuterung, Auslegung. Kommentator, kommentieren
 Komödie – Lustspiel. komödiantisch
 kompakt – gedrungen
 Kompetenz – Zuständigkeit. kompetent
 Kompliment – Schmeichelei. komplimentieren
 Kompression – Verdichtung. Kompressor, komprimieren
 Kompromiß – Ausgleich, Übereinkunft
 Kondition – Gesamtzustand
 Konfektion – industrielle Fertigung. konfektionieren
 Konferenz – Beratung. konferieren
 Konfession – Glaubensbekenntnis. konfessionell, konfessionslos
 Konflikt – Zwiespalt
 Konfrontation – Gegenüberstellung. konfrontieren
 Konglomerat – Gemengsel
 konisch – kegelförmig verjüngt
 konkav – nach innen gewölbt
 Konkordat – Vertrag zwischen Staat und Kirche
 konkret – anschaulich, greifbar. konkretisieren
 Konkurrenz – Wettbewerb. Konkurrent, konkurrieren
 Konsequenz – Folgerichtigkeit. konsequent
 konservativ – am Alten festhaltend, beharrlich
 Konserve – Dauerware. Konservierung, konservieren
 Konspiration – Verschwörung. konspirieren
 Konstante – unveränderliche Größe. konstant
 Konstitution – Beschaffenheit
 Konstruktion – Entwurf, Gestaltung. Konstrukteur, konstruktiv, konstruieren
 Konsum – Verbrauch. Konsument, konsumieren
 Kontakt – Berührung, Verbindung
 kontern – umkehren
 Kontrakt – Vertrag. kontraktlich
 Kontrolle – Aufsicht, Überwachung. Kontrolleur, kontrollieren
 Konvaleszenz – Genesung, Gültigwerden von Rechtsgeschäften. konvaleszent
 Konvention – Übereinkunft, Abkommen. konventionell
 Konzentration – Sammlung (auch geistige). konzentrieren, konzentriert
 Konzept – Entwurf. konzipieren
 Konzilianz – Umgänglichkeit, Versöhnlichkeit. konziliant
 Kooperation – Zusammenarbeit. kooperativ, kooperieren
 Korporation – Körperschaft, Studentenverbindung. korporativ

korrekt – richtig, einwandfrei. Korrektheit
 Korrektur – Berichtigung. korrigieren
 Korrespondenz – Schriftverkehr, Briefwechsel.
 Korrespondent, korrespondieren
 Korruption – Bestechlichkeit. korrupt, korrumperien
 Kosmetik – Schönheitspflege. Kosmetikerin, kosmetisch
 Kotau – demütige Ehrerweisung
 Kraul – Schwimmstil. kraulen, Krauler, Kraulstaffel
 krepieren – bersten, platzen
 Kriminalistik – Lehre vom Verbrechen. Kriminalist, Kriminalität
 Krise – Höhepunkt, Klemme
 Kriterium – Unterscheidungsmerkmal, Kennzeichen
 Kritik – Beurteilung. Kritiker, kritisch, kritisieren
 Kulanz – Gefälligkeit. kulant
 Kumulation – Anhäufung. kumulativ, kumulieren
 Kurier – Eilbote
 kurieren – heilen
 Kuvert – Briefumschlag. kuvertieren

L

labil – schwankend, unsicher
 Labyrinth – Irrgarten, Durcheinander. labyrinthisch
 Lakai – Fürstendiener. lakaienhaft
 Lamento – Wehklage. lamentieren
 lapidar – kurz und bündig
 Larifari – Unsinn, Geschwätz
 Laudatio – Lobrede
 legal – gesetzmäßig. legalisieren
 leger – ungezwungen
 Legierung – Verschmelzung. legieren
 Legitimation – Beglaubigung. legitim, legitimieren
 Lektion – Aufgabe, Unterrichtsstunde
 Lethargie – Teilnahmslosigkeit. lethargisch
 Levante – Mittelmeerländer. levantinisch, Levantiner
 Leviathan – mythisches Ungeheuer
 liberal – vorurteilslos, freiheitlich, liberalisieren
 Libretto – Textbuch von Opern und Operetten
 Liquidation – Abrechnung, Auseinandersetzung. Liquidierung, liquidieren
 Lithographie – Steindruck. Lithograph, lithographisch, lithographieren
 Livree – Dienerkleidung, livriert
 Lizenz – Genehmigung. lizenzieren
 Logik – folgerichtiges Denken. logisch
 Lokal – Räumlichkeit, Gastwirtschaft. lokalisieren, Lokalität
 Loyalität – Redlichkeit, Anständigkeit. loyal
 lukullisch – üppig
 Lynchjustiz – gesetzwidrige Bestrafung. lynchen

M

Made in Germany – Warenstempel: in Deutschland hergestellt
 Magistrat – Stadtverwaltung
 Majorität – Mehrheit. majorisieren
 makaber – totenähnlich
 Makulatur – Altpapier, Abfall
 Malheur – Unglück, Mißgeschick
 maliziös – hämisch, boshaft, niederträchtig
 malträtieren – mißhandeln
 Manager – Unternehmensleiter. managen, Management
 Mandant – Auftraggeber. Mandat
 Manifest – öffentliche Erklärung. manifestieren
 Maniküre – Handpflege. maniküren
 Manipulation – Kunstgriff, Machenschaft. manipulieren
 Manko – Fehlbetrag
 Manufaktur – handwerklicher Großbetrieb
 Manuskript – Schriftstück (ursprünglich handschriftlich)
 markant – auffallend, ausgeprägt
 Markierung – Kennzeichnung. markieren
 Martyrium – Opfertod. Märtyrer
 Maskerade – Verkleidung, Mummenschanz. Maskierung, maskieren
 Massage – Knetkur. massieren, Masseur
 Maximum – Höchstwert. Maximalbetrag
 Meeting – Versammlung
 Megaphon – Sprachrohr
 Melancholie – Schwermut. Melancholiker, melancholisch
 Melodie – Singweise. melodisch, melodios
 Memoiren – Lebenserinnerungen
 Memorandum – Denkschrift
 Menetekel – Warnungsruf
 Metamorphose – Verwandlung
 Methode – Verfahrensweise. methodisch (planmäßig)
 Metropole – Hauptstadt
 Milieu – Umwelt
 Minimum – das Mindeste. minimal
 Misere – Not, Jammer, Armseligkeit. miserabel
 Mixtur – Mischung verschiedener Flüssigkeiten.
 Mixer, mixen
 Modell – Entwurf, Muster. modellieren
 modern – der Mode entsprechend. modisch, modernisieren
 modifizieren – abwandeln. Modifikation
 mokieren – sich lustig machen. mokant (spöttisch)
 Monarchie – Alleinherrschaft. Monarch, monarchistisch
 monieren – mahnen, rügen. Monitor
 Monopol – Recht auf Alleinverkauf. monopolisieren
 monoton – gleichförmig. Monotonie
 Monstrum – Mißbildung, Ungeheuer. monströs
 Montage – Zusammenbau. montieren, Monteur
 Monument – Denkmal. monumental

Moral – Sittenlehre. moralisieren, moralisch
 multilateral – vielseitig
 Musik – Tonkunst. musikalisch, Musikant, musizieren
 Muskete – schwere Handfeuerwaffe. Musketier
 Mutation – Veränderung
 Mysterium – Geheimnis, Geheimlehre. mysteriös, mystifizieren

N

Naivität – Gutgläubigkeit. naiv
 Narkose – Betäubung. Narkotikum, narkotisch, narkotisieren
 Nation – Staatsvolk. national, nationalisieren
 Nautik – Schifffahrtskunde. Nautiker
 Navigation – Führung eines Schiffes oder Flugzeuges. Navigator, navigieren
 nebulos, nebulös – verworren
 Negation – Verneinung. negativ, negieren
 Nekrolog – Nachruf
 Nemesis – strafende Gerechtigkeit
 Neutralität – Nichtbeteiligung. Neutralisation, neutral, neutralisieren
 nolens volens – wohl oder übel
 Nomade – Wanderhirt. nomadenhaft, nomadisch, nomadisieren
 nominieren – benennen, bezeichnen. Nominierung
 Nonchalance – Lässigkeit. nonchalant
 Nonsense – Unsinn
 Norm – Regel, Richtschnur. normal, Normalisierung
 notabene – merke wohl, beachte, übrigens
 notieren – aufzeichnen. Notierung, Notiz
 Nuance – Abstufung, feiner Übergang. nuancenreich, nuancieren
 Nuklearwaffen – Kernwaffen
 Numismatik – Münzkunde. numismatisch, Numismatiker (Münzsammler)

O

Oase – Wasserstelle in der Wüste
 Obduktion – Leichenuntersuchung. obduzieren
 Objekt – Gegenstand. objektiv, objektivieren, Objektivität
 obligat – unerlässlich. obligatorisch
 Obolus – kleine Münze
 Observation – Beobachtung. Observanz, observieren
 obskur – unbekannt, verdächtig
 Obstruktion – Verhinderung. obstruieren, obstruktiv
 obszön – unanständig. Obszönität
 Odium – Feindschaft, Makel, Ungunst
 Offerte – Angebot. offerieren
 offiziell – amtlich
 offiziös – halbamtlich, nicht verbürgt
 Okkultismus – Geheimwissenschaft. okkultistisch, okkult

Ökonomie – Wirtschaftlichkeit. ökonomisch
 oktroieren – aufzwingen
 Ökumene – die bewohnte Erde. ökumenisch
 Omelett, Omelette – Eierkuchen
 Omen – Vorzeichen
 Operation – Verfahren, Eingriff. Operator, operativ, operieren
 Opposition – Widerspruch, Gegensatz. oppositionell, opponieren
 Opportunismus – zweckbestimmte Anpassung. opportunistisch, opportun
 opulent – reichlich
 Orakel – Weissagung. orakeln
 Organisation – planmäßiger Aufbau, Einrichtung.
 Organisator, organisatorisch, organisieren
 original – ursprünglich, echt. Originalität, originell
 Ornament – Verzierung. ornamental, ornamentieren
 Ornat – Amtstracht
 Oszillation – Schwingung. oszillieren, Oszillogramm (Schwingungsbild)
 Outsider – Außenseiter
 Ovation – Huldigung
 Ozon – besondere Form des Sauerstoffs

P

Pädagoge – Erzieher. pädagogisch, Pädagogik
 Pakt – Vertrag. paktieren
 Palaver – endloses Gerede
 Pamphlet – Streitschrift. Pamphletist
 Panik – plötzliche Verwirrung. panisch
 Pantomime – stummes Gebärdenspiel. pantomimisch
 Paradoxon – widersinnige Behauptung. paradox
 Parasit – Schmarotzer. parasitär, Parasitenum
 Parität – Gleichstellung. paritätisch
 Parlament – Volksvertretung. Parlamentarier, parlamentarisch
 Parodie – komische Nachahmung. parodieren, parodistisch
 Partner – Teilhaber. Partnerschaft
 Parvenü – Emporkömmling
 passiv – teilnahmslos, still. Passivität
 Patriarch – Familienoberhaupt. patriarchalisch (altväterlich)
 Pauschale – geschätzte Summe, Gesamtbetrag. pauschal, pauschalieren
 Pedant – Umstandskrämer. pedantisch, Pedanterie
 penetrant – durchdringend
 Pension – Ruhegehalt. Pensionär, pensionieren
 Perfektion – Vollkommenheit, Vollendung. perfekt, perfektionieren
 Perforation – Lochung. perforieren
 Periode – Zeitabschnitt. periodisch
 permanent – ununterbrochen. Permanenz
 perplex – bestürzt
 Persiflage – Verspottung. persiflieren
 pervers – verkehrt, widernatürlich. Perversion, pervertieren

Pessimismus – Schwarzseherei. pessimistisch, Pessimist
 Petition – Bittschrift
 Phänomen – Erscheinung. phänomenal (erstaunlich)
 Phantasie – Einbildungskraft. phantastisch, phantastisieren
 Philantrop – Menschenfreund
 Philosophie – Weisheitsliebe, Denk- und Grundwissenschaft. Philosoph, philosophisch, philosophieren
 Phlegma – Gleichgültigkeit. Phlegmatiker, phlegmatisch
 Phrase – Redensart. phrasenhaft
 Pinzette – kleine Greifzange
 Plädoyer – zusammenfassende Rede
 plausibel – einleuchtend
 Poesie – Dichtkunst. Poet, poetisch
 Pogrom – Verfolgung
 Polarität – Gegensätzlichkeit
 Polemik – Auseinandersetzung. polemisch, polemisieren
 Politikum – Tatsache von politischer Bedeutung
 Pomp – Prunk, Aufwand. pomphaft, pompös
 Popularität – Beliebtheit. populär
 pränant – knapp und gehaltvoll. Prägnanz
 präsumieren – voraussetzen, annehmen. Präsumtion, präsumtiv
 präter propter – etwa, ungefähr
 Präzision – Genauigkeit. präzise und präzise, präzisieren
 Prestige – Ansehen, Geltung
 privat – persönlich, vertraulich. privatisieren
 Problem – zu lösende Aufgabe. Problematik, problematisch
 pro domo – in eigener Sache
 Profil – Seitenansicht, Umriß. profiliert, profilieren
 Profit – Nutzen, Gewinn. profitieren, Profit machen
 Prognose – Voraussage. prognostizieren
 Progreß – Fortschritt. progressiv, Progression
 Projekt – Entwurf, Vorhaben. projektieren
 Proklamation – amtliche Verkündigung. proklamieren
 Proletarier – Angehöriger der besitzlosen Klasse. proletarisch, proletarisieren, Proletariat
 Promenade – Spazierweg. promenieren
 Prominenz – Bedeutung, Größe. prominent
 Propaganda – Werbung im politischen Bereich. propagieren, propagandistisch
 Proportion – Verhältnis. proportioniert, proportional
 Prosperität – Wohlstand. prosperieren
 Prostitution – Dirnenunwesen. prostituieren, Prostituierte
 Protest – Einspruch, Verweigerung. protestieren, Protestant
 Protokoll – Niederschrift. protokollieren, Protokollführer, protokollarisch
 Provisorium – vorläufige Einrichtung, provisorisch
 Provokation, Provozierung – Herausforderung. provokatorisch, provozieren, Provokateur

Prüderie – Ziererei. prude
 Pseudonym – Deckname
 Psyche – Seele. psychisch
 Public Relations – Öffentlichkeitsarbeit
 Publikation – Veröffentlichung. Publizist, publizieren
 pur – rein, unverfälscht
 Putsch – politischer Handstreich. putschen
 Pyjama – Schlafanzug

Q

Quacksalber – Kurpfuscher. quacksalbern
 Quadrant – Viertelkreis
 Quadriga – Viergespann
 Qualifikation – Eignung. qualifizieren
 Quantität – Menge. quantitativ
 Quarantäne – Beobachtungszeit
 Quartal – Vierteljahr
 quasi – gewissermaßen
 Querulant – Nörgler. querulieren, Querele
 Quittung – Empfangsbescheinigung. quittieren
 Quiz – Frage- und Antwortspiel
 quo vadis – wo gehst du hin?

R

Rabatt – Preisnachlaß
 rabiat – wütend, grob
 Rabulist – Haarspalter. Rabulistik, rabulistisch
 radikal – gründlich, kompromißlos. Radikalismus, Radikalisierung, radikalisieren
 Rage – Wut
 Rallye – Sternfahrt
 Rancher – nordamerikanischer Viehzüchter. Ranch
 rapid(e) – blitzschnell. Rapidität
 rasant – sehr schnell. Rasanzenz
 Ratifikation – Anerkennung. ratifizieren
 Ration – Zuteilung. rationieren, Rationierung
 rational – vernunftgemäß, vernünftig. Rationalismus, rationalisieren
 Razzia – polizeiliche Fahndung
 reagieren – auf etwas ansprechen. Reaktion, reaktionär (auch für rückschrittlich)
 real – wirklich. Realismus, realisieren, Realität
 Rebellion – Empörung. Rebell, rebellisch, rebellieren
 Recherche – Ermittlung. recherchieren
 Redakteur – Schriftleiter. Redaktion, redigieren, redaktionell
 reduzieren – verkleinern. Reduktion
 reell – redlich
 Referat – Bericht. referieren
 reflektieren – spiegeln, nachdenken. Reflex
 Reform – Neuordnung, Verbesserung. reformieren
 regenerieren – erneuern. Regeneration
 Regie – Spielleitung
 Regime – Herrschaft, Regierungsform
 Region – Bereich. regional

Register – Verzeichnis. registrieren, Registratur
 Reglement – Vorschrift, Ordnung. reglementieren, reglementarisch
 Regreß – Ersatzanspruch. regressiv
 regulieren – ordnen. Regulativ, Regulator, regulär
 rekonstruieren – nachbilden. Rekonstruktion
 Rekonvaleszent – Genesender. Rekonvaleszenz, rekonvaleszieren
 Relation – Beziehung. relativ, relativieren, Relativität
 relevant – erheblich, wichtig. Relevanz
 Reminiszenz – Erinnerung
 Remis – unentschieden
 renitent – widerspenstig. Renitenz
 Renommee – Leumund. renommiert
 renommierten – pfehlen
 repetieren – wiederholen. Repetition, Repetitor, Repetent
 Report – Bericht. Reporter, Reportage, reportieren
 repräsentieren – etwas darstellen. Repräsentant, Repräsentanz, repräsentabel
 Repressalie – Druckmittel
 resignieren – entsagen. resigniert, Resignation
 Respekt – Achtung. respektabel, respektieren
 Ressort – Amtsbereich
 restaurieren – wiederherstellen. Restaurierung, Restaurator
 Restriktion – Einschränkung. restriktiv, restringieren
 Resultat – Ergebnis. resultieren
 Revanche – Vergeltung. revanchieren
 Revision – Nachprüfung. Revisor
 Revolte – Aufruhr. revoltieren
 Revolution – Umsturz. revolutionär, revolutionieren
 Rhythmus – Gleichmaß. rhythmisch, Rhythmiker, rhythmisieren
 rigoros – übertrieben, streng
 Risiko – Wagnis. riskant, riskieren
 romantisch – abenteuerlich. Romantik, romantisieren
 Routine – Gewandtheit. Routinier, routiniert
 Rowdy – Raufbold
 Rudiment – Überbleibsel. rudimentär
 Ruin – Verfall. Ruine, ruiniert, ruinös
 Run – Ansturm (meist auf eine Bank)
 rustikal – ländlich

S

Sabotage – Beschädigung. Saboteur, sabotieren
 Sadismus – Freude am Grausamen. Sadist, sadistisch
 Safe – Geldschrank
 salopp – ungepflegt
 Sanatorium – Heilstätte
 Sandwich – belegtes Brot
 sanieren – gesundmachen. Sanierung, Sanitäter
 Sarkasmus – Hohn, Spott. sarkastisch
 Satiriker – Spötter. satirisch, Satire
 saturieren – befriedigen. saturiert

Schema – Entwurf, Plan. schematisch, schematisieren, Schematismus
 Schikane – Bosheit. schikanieren, schikanös
 Selektion – Auswahl. selektieren, selektiv
 senil – greisenhaft. Senilität
 sensationell – aufsehenerregend. Sensation
 sensibel – empfindsam. Sensibilität
 Sentenz – Ausspruch, Sinnspruch. sentenziös
 sentimental – rührselig. Sentimentalität
 separat – abgesondert. Separatismus, Separatist
 separieren
 seriös – ernstgemeint. Seriösität
 Service – Kundendienst
 servil – unterwürfig
 Sexualität – Geschlechtlichkeit. sexuell
 Signal – Zeichen. signalisieren
 simulieren – sich vorstellen. Simulant, Simulation
 simultan – gleichzeitig
 Skandal – Ärgernis. skandalös
 Skepsis – Mißtrauen. skeptisch
 Skizze – flüchtige Zeichnung. skizzieren, Skizzierung
 Skrupel – Bedenken. skrupellos
 skurril – sonderbar
 smart – gewandt
 Snob – eingebildeter Mensch. Snobismus, snobistisch
 Solidarität – Zusammengehörigkeitsgefühl. solidarisch, solidarisieren
 solide – zuverlässig. Solidität
 sondieren – untersuchen. Sondierung
 sonor – klangvoll
 Sopran – hohe Singstimme
 Sortiment – Warenangebot. sortieren
 Souterrain – Kellergeschoß
 Souvenir – Andenken
 souverän – überlegen. Souveränität
 sozialisieren – verstaatlichen. Sozialisierung
 Sparte – Fach, Gebiet
 spedieren – versenden, befördern. Spediteur, Spedition
 Spekulation – Berechnung. spekulativ, spekulieren
 Spezialist – Fachmann. spezialisieren, Spezialisierung, speziell (eigentümlich), spezifisch, spezifizieren
 Spleen – Verschrobenheit, seltsame Eigenart. spleenig
 Sprint – Kurzstreckenlauf. sprinten, Sprinter
 stabil – beständig, haltbar. stabilisieren, Stabilität
 stagnieren – stillstehen. Stagnation
 Standard – Norm, Richtschnur. standardisieren
 stante pede – „stehenden Fußes“, sofort
 Station – Standort. stationär, stationieren
 Statistik – zahlenmäßige Darstellung. Statistiker, statistisch
 Status – Zustand, Bestand. Status quo (gegenwärtiger Zustand), Status quo ante (Stand vor dem bezeichneten Zustand)
 Steeplechase – Wettrennen mit Hindernissen
 Stenografie – Kuzzschrift. Stenograf, stenografieren, stenografisch
 stereotyp – feststehend, unveränderlich
 Steward – Betreuer. Stewardess

Stimulanz – Reizmittel. stimulieren
 stoisch – unerschütterlich
 stornieren – rückgängig machen
 Strategie – Feldherr. strategisch, Strategie
 strikt – genau
 Struktur – innere Gliederung. strukturieren, strukturell
 studieren – erforschen. Student, Studium
 stupid – stumpfsinnig. Stupidität
 Subjektivität – Eigenart, Einseitigkeit. subjektiv, subjektivieren
 Subskription – Vorausbestellung. Subskribent, subskribieren
 Substanz – Stoff, Wesen. substanziell, substantivieren
 Subvention – Unterstützung. subventionieren
 süffisant – selbstgefällig. Süffisance
 Suggestion – seelische Beeinflussung. suggestiv, suggerieren
 suspendieren – zeitweilig beurlauben. Suspension
 Symbol – Sinnbild. Symbolik, symbolisch, symbolisieren
 Sympathie – Zuneigung. sympathisch, sympathisieren
 Symptom – Anzeichen. symptomatisch
 synchron – gleichzeitig. synchronisieren
 Synthese – Zusammenfügung
 System – Ordnungsprinzip. systematisch, Systematiker, systematisieren

T

Tachometer – Geschwindigkeitsmesser
 Taktik – kluges Verhalten. Taktiker, taktisch
 Team – Arbeitsgruppe. Teamwork (Gruppenarbeit)
 Tendenz – Strömung, Stimmung. tendenziös, tendieren
 Terror – Gewaltausübung. Terrorist, Terrorakt, terrorisieren
 Test – Untersuchung, Prüfung. testen, Tester
 theatralisch – übertrieben, gespreizt. Theatralik
 Thema – Gegenstand, Hauptgedanke. Thematik, thematisch
 theoretisch – gedanklich. Theorie, theoretisieren
 Theorem – Lehrsatz
 These – Behauptung
 tolerant – nachsichtig. Toleranz, tolerieren
 Torso – Bruchstück
 Tradition – Überlieferung. traditionell, tradieren
 tragisch – erschütternd. Tragik
 trainieren – üben. Training, Trainer
 Tramp – Landstreicher. trampen
 transferieren – übertragen. Transfer
 transparent – durchscheinend. Transparenz
 Transport – Beförderung. transportabel, Transporteur, transportieren
 transzendent – übernatürlich. transzendental, Transzendenz

triumphieren – jubeln. Triumph, triumphal, Triumphator
 trivial – gewöhnlich. Trivialität
 Tumult – Unruhe, Lärm. tumultuarisch
 turbulent – ungestüm. Turbulenz
 typisch – eigentümlich, üblich. typisieren, Typ
 Tyrann – Unterdrücker. tyrannisch, tyrannisieren

U

Ultimatum – letzte Aufforderung. ultimativ
 Ultima ratio – letztes Mittel
 uniformieren – gleichförmig machen. Uniform, Uniformität
 universell – umfassend. Universalität
 Utensilien – Hilfsmittel
 Utopie – Hirngespinnst, Schwärmerei. utopisch

V

va banque – spielen, alles aufs Spiel setzen
 Vagabund – Landstreicher. vagabundieren
 Variation – Veränderung. variieren
 vehement – heftig. Vehemenz
 verifizieren – bewahrheiten. verifizierbar, Verifikation
 versiert – erfahren
 Version – Lesart
 vertikal – lotrecht. Vertikale
 Vetorecht – Einspruchsrecht
 virtuos – meisterhaft. Virtuosität, Virtuose
 visitieren – untersuchen. Visitation, Visitor
 vital – lebenskräftig. Vitalität
 Volte – Wendung, Kunstgriff. voltigieren, Voltigeur
 vulgär – gewöhnlich

W

Weekend – Wochenende

X

Xanthippe – streitsüchtige Frau
 Xylophon – Musikinstrument

Z

Zäsur – Einschnitt
 Zechine – Goldstück
 zelebrieren – feierlich begehen
 Zement – Baustoff. zementieren, Zementierung
 Zenit – Scheitelpunkt

zensieren – beurteilen. Zensierung, Zensur
zentralisieren – zusammenziehen, vereinigen. Zentra-
lismus, zentralistisch
Zeremonie – Feierlichkeit. zeremoniell
Zertifikat – Bescheinigung
zirka – etwa
zirkulieren – umlaufen. Zirkulation
ziselieren – in Metall stechen

Zisterne – Behälter für Regenwasser
zitieren – anführen. Zitat
Zivilisation – durch Erkenntnisse und Erfindungen
verbesserte Lebensbedingungen. zivilisatorisch,
zivilisieren
zivil – bürgerlich, nichtmilitärisch
Zyklus – Kreislauf. zyklisch
Zynismus – Gemeinheit. zynisch, Zyniker

Vom Gebrauch der Sprache

Unsere Sprache gebrauchen wir jeden Tag – mündlich oder schriftlich. Dabei gibt es vielerlei Formen der Äußerung. Zu einem Kind sprechen wir anders als zu der Freundin oder zu dem Facharzt. Die mündlichen Äußerungsformen reichen vom ärgerlichen Ausruf bis zur wohlgesetzten Rede, die schriftlichen Formen vom Telegramm bis zum Fachaufsatz.

Alle Äußerungen sollen verständlich und sinnvoll sein und etwas von der Person des Sprechers oder Schreibers erkennen lassen.

Wer reden oder schreiben will, muß sich darüber klar sein, um was es ihm geht. Vor dem Reden oder Schreiben steht deshalb immer das Überlegen. Es muß nicht nur den Inhalt der Mitteilung, sondern auch die Person des Zuhörers oder Lesers einschließen.

Die „Sprache“ unterscheidet sich in manchen Dingen von der „Schreibe“. Das gesprochene Wort kann lebendiger sein und sich stärker auf den Zuhörer einstellen, das geschriebene Wort kann genauer (weil überlegter) sein, ist dagegen in seiner Wirkung oft unverbindlicher.

Die folgenden Hinweise beziehen sich grundsätzlich auf alle Formen sprachlicher Darstellung, auch wenn sie vorwiegend an schriftlichen Äußerungsformen erläutert werden.

Jeder Mensch, der spricht oder schreibt, verfolgt eine bestimmte Absicht. Wenn wir diese genauer untersuchen, ergeben sich folgende Darstellungsformen:

1. Der Hörer oder Leser soll unterhalten, oder es soll seine Teilnahme geweckt werden. Hierher gehören u. a. die Reportage, die Erlebniserzählung und die Schilderung.
2. Der Hörer oder Leser soll informiert werden. Hierher gehören u. a. die Nachricht, der Bericht, das Protokoll, die Zeugenaussage usw.
3. Der Hörer oder Leser soll belehrt werden. Hierher gehören die Beschreibung, die Gebrauchsanweisung, das Kochrezept, die Arbeitsanleitung usw.
4. Der Hörer oder Leser soll zur Stellungnahme aufgefordert werden. Hierher gehören der kritische Kommentar, die Erörterung, die Besprechung usw.

Zwischen diesen Formen gibt es natürlich Übergänge und fließende Grenzen. Auch die persönlichen Schriftformen (Postkarte, Brief, Telegramm, Lebenslauf, Gesuch usw.) können jeweils nach dem Zweck, den sie verfolgen, in die eine oder andere Gruppe eingereiht werden.

Die Erlebniserzählung

Die Erlebniserzählung will den Leser fesseln und unterhalten. Sie verrät viel von der Persönlichkeit des Schreibers. Der Spannungsbogen muß sorgfältig aufgebaut werden. Der Einleitungsteil soll all das enthalten, was der Leser zum Verständnis der folgenden Erzählung wissen muß.

Diesem „Einleitungsteil“ folgt der „Spannungsteil“. In ihm wird allmählich die Spannung aufgebaut. Sie kann unter unnötigen Längen und Umständlichkeiten in der Darstellung leiden. Den Abschluß dieses Teiles bildet der „Höhepunkt“. An dieser Stelle sollte der Leser sehr gespannt auf den „Schluß“ sein. Ein überdehnter Spannungsteil oder ein verspäteter Schluß kann einer Erzählung sehr abträglich sein.

Die Zeitform der Erzählung ist im allgemeinen die Vergangenheit (das Präteritum). Es ist die Zeit der zurückliegenden Erlebnisse. Häufig wird eine Erzählung farbiger und lebhafter, wenn als Zeitform die Gegenwart gewählt wird. Diese Zeitform (das Präsens) drückt dann einen andauernden Zustand aus.

Außerdem gewinnt die Erzählung an Lebendigkeit, wenn statt der abhängigen (indirekten) Rede die Form der direkten Rede verwendet wird (also nicht: ich fragte ihn, woher er gekommen sei, sondern: „Woher kommst du?“ fragte ich ihn; nicht: er behauptete, wir kämen zu spät, sondern: er behauptete: „Ihr kommt zu spät!“).

Es ist oft zweckmäßig, vor der endgültigen Gestaltung einer Erzählung das Wichtigste in Stichworten niederzuschreiben. Diese helfen dann bei folgenden Überlegungen:

Was muß ich vorausschicken, damit der Leser meine Erzählung verstehen kann? (Einleitung)
Durch welche Mitteilungen und mit welchen Mitteln kann ich die Spannung aufbauen? (Spannungsteil)

Was ist der eigentliche Kern (Höhepunkt) meiner Erzählung?

Wie löse ich die Spannung? (Schluß)

Die Sprache der Erzählung ist eigenwillig. Sie läßt dem persönlichen Stil viel Freiheit. Die Erzählung lebt von der Originalität des Schreibers und verlangt oft die Suche nach dem treffenden Wort.

Die Schilderung

Die Schilderung will die Teilnahme des Lesers wecken. Sie enthält – wie die Erzählung – persönliche Stimmungen und Eindrücke des Schreibers. Besonderes Gewicht kommt dabei dem Eigenschaftswort (Adjektiv) zu. Die Schilderung ist die Form, in der sich der Schreiber von seinen Eindrücken hinreißen lassen darf. Je spürbarer die innere Anteilnahme des Schreibers an dem geschilderten Zustand oder Vorgang ist, desto mehr wird er den Leser in seinen Bann ziehen.

Die Zeitform der Schilderung ist die Vergangenheit (Zustandsschilderung) oder die Gegenwart (Schilderung eines Vorganges). Die besondere Gefahr bei einer Schilderung kann in Übertreibungen liegen (z. B. manche Sportreportagen). Die Anteilnahme des Lesers darf nicht vorausgesetzt, sondern muß erst geweckt werden. Daraus ergeben sich folgende Überlegungen:

Wie kann ich die Teilnahme des Lesers wecken?
(Einleitung)

Wie kann ich diese Teilnahme wachhalten und steigern? (Spannungsteil)

Was ist das Wichtigste? (Höhepunkt)

Können die Eindrücke zusammengefaßt werden? (Schluß)

Höhepunkt und Schluß einer Schilderung können durchaus zusammenfallen.

Der Bericht

In einem Bericht sollte im allgemeinen der Schreiber hinter der Sache zurücktreten. Das Wichtigste an jedem Bericht (Protokoll, Zeugenaussage usw.) ist seine Sachlichkeit. Auch bei der Abfassung eines Berichtes können Stichworte eine wesentliche Hilfe sein. Die Kontrolle dieser Stichworte erleichtert die Übersicht über die Vollständigkeit.

Ein Bericht enthält nicht unbedingt einen Spannungsbogen. Die zeitliche Abfolge der Ereignisse ist wichtiger als die spannende Darstellung. Daraus ergeben sich für die Kontrolle eines Berichtes folgende Fragen:

Sind alle Einzelheiten sachlich richtig?

Sind sie in der richtigen Reihenfolge angeführt?

Ist alles Wichtige enthalten?

Wird die eigene Meinung nicht überbewertet?

Ein Bericht sollte möglichst objektiv sein und kein eigenes Urteil enthalten. Persönliche Ansichten können einen Bericht entwerten (also nicht: Herr A. schrie und tobte wie ein Verrückter, sondern: Herr A. war sehr aufgeregt). Das treffende Wort ist in einem Bericht besonders wichtig.

Die persönliche Stellungnahme zu dem Berichteten und das Einbeziehen einer eigenen Meinung machen aus dem Bericht einen „Kommentar“, aber der gute Kommentator hält Bericht und eigene Meinung sorgfältig getrennt.

All das schließt nicht aus, daß ein Bericht auch schildernde Elemente enthalten kann. Die Zeitform des Berichtes ist im allgemeinen die Vergangenheit, da er in den meisten Fällen einen abgeschlossenen Vorgang darstellt.

Die Beschreibung

Die Beschreibung will den Leser belehren. Sie stellt sachlich einen Vorgang oder Zustand dar. Das Wichtigste an jeder Beschreibung (Gebrauchsanweisung, Rezept, Arbeitsanleitung usw.) ist ihre Verständlichkeit und Übersichtlichkeit. Eine klare Gliederung bereits vor Beginn der eigentlichen Beschreibung ist als Unterlage für den Schreibenden außerordentlich hilfreich. Mißverständnisse sollten ausgeschlossen sein.

Die Beschreibung stützt sich oft auf beigegebene Bilder, Skizzen, Zeichnungen usw. Auf sie wird im Text oft verwiesen. Auch bei diesen Hinweisen dürfen keine Mißverständnisse entstehen. Die richtige Reihenfolge innerhalb des Beschreibungsvorganges ist von großer Wichtigkeit. Die Beschreibung kann sich auf einen bestimmten Zeitablauf stützen, oder sie hält eine bestimmte räumliche Ordnung ein (von oben nach unten, von links nach rechts, von vorn nach hinten usw.).

Die Zeitform der Beschreibung ist die Gegenwart (Präsens), da sie einen Vorgang oder Zustand wiedergibt, der sich jederzeit wiederholen kann. Bei der Kontrolle einer Beschreibung ist die entscheidende Frage:

Kann sich der Leser ein richtiges und vollständiges Bild von dem Vorgang oder Zustand machen, der beschrieben werden soll?

Oft werden in einer Beschreibung Kenntnisse bei dem Leser vorausgesetzt, über die dieser nicht verfügt! Auch unverständliche Fachausdrücke müssen in der Beschreibung erläutert werden.

Die Erörterung

Eine Erörterung (Buchbesprechung, kritischer Kommentar usw.) soll dem Hörer oder Leser zunächst zwei gegensätzliche Standpunkte darstellen. Bei dieser Darstellung sollte große Sachlichkeit walten. Die persönliche Entscheidung des Schreibers sollte aus der Erörterung klipp und klar hervorgehen und sauber begründet werden.

Die Erörterung soll den Leser zu einer eigenen Stellungnahme veranlassen. Aus der Art und Weise, wie Gründe und Gegengründe dargestellt werden, sollte die Meinung des Schreibers noch nicht zu erkennen sein. Fremde Meinungen und Zitate sollten als solche deutlich kenntlich gemacht werden. Zitate gehören in Anführungszeichen. Die Quelle, aus der das Zitat stammt, sollte so genau wie möglich angegeben werden.

Die Zeitform der Erörterung ist im allgemeinen die Gegenwart, da diese eine besonders lebendige Darstellung ermöglicht. Bei der Kontrolle einer Erörterung sollte sich der Schreiber folgende Fragen vorlegen:

Sind die Gründe und Gegengründe in angemessener Weise dargestellt?

Wird meine eigene Meinung klar genug?

Ist diese Meinung stichhaltig begründet?

Vermag sie andere zu überzeugen?

In der abschließenden persönlichen Stellungnahme einer Erörterung kann sich der Schreiber ruhig stärker festlegen. Er sollte aber Gründe durch bessere Gegengründe widerlegen. Die andere Meinung einfach lächerlich zu machen, ist sehr wenig überzeugend.

Persönliche Schriftformen

Die Postkarte

Der Schreiber einer Postkarte sollte immer daran denken, daß eine Postkarte „vor aller Augen“ liegt. Besondere persönliche Angelegenheiten gehören nicht auf die Postkarte. Sie sollte im allgemeinen nur dazu dienen, kurze Informationen zu übermitteln oder einfache geschäftliche Dinge zu erledigen. Persönliche Angelegenheiten gehören in einen Briefumschlag (Briefkarte).

Der Brief

Für den persönlichen Brief lassen sich keine Regeln aufstellen. Für Darstellungs- und Zeitform gibt es keine Vorschrift. Jeder Brief ist ein Spiegel der Persönlichkeit des Schreibers. Eine kurze Mitteilung kann ebensoviel Persönlichkeit ausstrahlen wie eine spannende Schilderung oder ein genauer Bericht.

Der Geschäftsbrief ist an bestimmte äußere Formen gebunden. Er soll im Briefkopf den Namen des Absenders, das Datum und seine Anschrift enthalten. Auch die Angabe der Telefonnummer ist häufig zweckmäßig und erspart dem Empfänger Arbeit. Nach der Adresse des Empfängers wird, wenn nötig, der Inhalt des Schreibens (Betreff) und der Grund des Schreibens (Bezug) angegeben. Anrede und Schlußformel sollen angemessen, weder salopp noch überschwenglich sein. Der Hauptteil ist knapp, nüchtern, klar und natürlich.

Formelhafte Wendungen und Redensarten im „Kanzleideutsch“ wirken meist lächerlich. Es gilt heute nicht mehr als unschicklich, einen Satz mit „ich“ zu beginnen. Man wird es aber nur dort tun, wo es sich aus der natürlichen Satzfügung so ergibt.

Bei jedem Geschäftsbrief steht in der oberen linken Ecke der Vor- und Nachname des Briefschreibers. Oben rechts der Ort, das Datum und die Anschrift. Etwas abgesetzt kommt dann die Anschrift des Empfängers, darunter das Anliegen des Schreibers und der Anlaß des Briefes. Hinter die Schlußformel gehört kein Satzzeichen. Jeder Brief wird selbstverständlich mit der Hand unterschrieben. Ein Beispiel:

GERD FRIEDRICH

6101 Traisa, den 26. Mai 1971
Neuer Weg 11

Herrn
Schlossermeister
Karl Neumann

6100 Darmstadt
Am Kornmarkt 12

Betr.: Bewerbung um eine Lehrstelle
Bezug: Ihre Anzeige im „Darmstädter Kurier“ vom 23. Mai 1971

Sehr geehrter Herr Neumann,

ich bewerbe mich um eine der beiden von Ihnen ausgeschriebenen Lehrstellen. Ich werde Mitte Juli aus der Schule entlassen und könnte zum 1.8.1971 in Ihren Betrieb eintreten. Es würde mir viel Freude machen, in Ihrem Betrieb zu arbeiten. Auch der Berufsberater des Arbeitsamtes hat mir zu einem Berufsfeld in dieser Richtung geraten. Selbstverständlich bin ich bereit, mich persönlich bei Ihnen vorzustellen. Eine Abschrift meines letzten Zeugnisses füge ich diesem Bewerbungsschreiben bei.

Hochachtungsvoll

Unterschrift

Das Einhalten dieser üblichen Form eines Geschäftsbriefes erleichtert die Bearbeitung. Der Inhalt wird möglichst kurz, sachlich und genau dargestellt.

Der Lebenslauf

Der Lebenslauf ist ein Bericht. Er soll dem Empfänger die wichtigsten Angaben zur Person des Schreibers machen. Er enthält das Geburtsdatum, den Geburtsort, den Namen und Beruf des Vaters, den Namen und den Mädchennamen der Mutter, die Orte und Zeiten des Schulbesuchs und alle Tatsachen, die für die Ausbildung und den Beruf des Schreibers wichtig sind.

Der einfache Lebenslauf enthält keine Jugenderinnerungen und schweigt nicht in Kindheits-erlebnissen. In einem etwas ausführlicheren Lebenslauf können besondere Neigungen (Lieblings-fächer usw.) und aufschlußreiche Freizeitbeschäftigungen (Sport, Basteln usw.) angegeben werden. Auch diese Angaben sollten nur Tatsachen in möglichst knapper Form enthalten.

Zusammenstellung der gebräuchlichsten grammatischen Fachausdrücke

Abstraktum – begriffliches Hauptwort	Nominativ – 1. Fall (Wer-Fall)
Adjektiv – Eigenschaftswort	Numerale – Zahlwort
Adverb – Umstandswort	Numerus – Zahl
Akkusativ – 4. Fall (Wen-Fall)	Objekt – Ergänzung
Aktiv – Tatform	Orthographie – Rechtschreibung
Apposition – Beisatz	Partikel – unbeugbares Wort
Artikel – Geschlechtswort	Partizip – Mittelwort
Attribut – Beifügung	Passiv – Leideform
Dativ – 3. Fall (Wem-Fall)	Perfekt – vollendete Gegenwart
Deklination – Beugung des Hauptwortes	Personalpronomen – persönliches Fürwort
Demonstrativpronomen – hinweisendes Fürwort	Plural – Mehrzahl
Diphthong – Doppellaut	Plusquamperfekt – vollendete Vergangenheit
Femininum – weibliches Hauptwort	Positiv – Grundstufe, ungesteigerte Form des Eigen-
Flexion (flektieren) – Beugung	schaftswortes
Futur – Zukunft	Possessivpronomen – besitzanzeigendes Fürwort
Genitiv – 2. Fall (Wes-Fall)	Prädikat – Satzaussage, Satz Kern
Imperativ – Befehlsform	Präfix – Vorsilbe
Imperfekt – Vergangenheit	Präposition – Verhältniswort
Indikativ – Wirklichkeitsform	Präsens – Gegenwart
Infinitiv – Nennform	Präteritum – Vergangenheit
Interjektion – Ausrufewort	Pronomen – Fürwort
Interpunktion – Zeichensetzung	Reflexivpronomen – rückbezügliches Fürwort
Interrogativpronomen – Fragefürwort	Relativpronomen – bezügliches Fürwort
Intransitiv – nichtzielendes Zeitwort	Semikolon – Strichpunkt
Kasus – Fall	Singular – Einzahl
Komparativ – 1. Steigerungsstufe, Mehrstufe	Subjekt – Satzgegenstand
Konjugation – Beugung des Zeitwortes	Substantiv – Hauptwort, Dingwort, Nomen
Konjunktion – Bindewort	Suffix – Nachsilbe
Konjunktiv – Möglichkeitsform	Superlativ – 2. Steigerungsstufe. Höchststufe
Konkretum – gegenständliches Hauptwort	Synonym – sinnverwandtes Wort
Konsonant – Mitlaut	Syntax – Satzlehre
Maskulinum – männliches Hauptwort	Transitiv – zielendes Hauptwort
Neutrum – sächliches Hauptwort	Verb – Zeitwort
Nomen – Hauptwort	Vokal – Selbstlaut

GESCHICHTE

von Ulrike Ivers

Kein Mensch, kein Volk, kein Staat lebt für sich allein. Überall ist Geschichte. Viele Erscheinungen unseres heutigen gesellschaftlichen und kulturellen Lebens sind aus der geschichtlichen Entwicklung zu erklären. Die Menschheit ist über eine halbe Million Jahre alt, seit etwa 6 000 Jahren wird „Geschichte“ von Menschen aufgezeichnet. Die Geschichte unseres Volkes umfaßt nicht viel mehr als 1 000 Jahre – das Leben von etwa 35 Generationen. Die Entwicklung anderer Völker und Staaten hat unsere eigene Geschichte tiefgehend beeinflusst.

Die Frage, ob Menschen aus der Geschichte lernen, ist viel umstritten, aber die wichtigsten Zusammenhänge sollte jeder kennen, der unsere Zeit heute verstehen will.

Im Folgenden sind die wichtigsten Epochen der Geschichte in groben Strichen skizziert. Es sind Schlaglichter, die das weite Feld an einigen Stellen erhellen sollen. Unter jedem Abschnitt sind zur raschen Information die wichtigsten Ereignisse chronologisch zusammengefaßt.

Die beiden letzten Jahrhunderte werden durch ein Nebeneinander wichtiger politischer Ereignisse und kultureller und wissenschaftlicher Errungenschaften dargestellt. Eine epochale Gliederung ist im Rahmen einer kurzen Zusammenfassung nicht möglich. Hier mögen die Jahreszahlen für sich sprechen.

Inhaltsübersicht

Anfänge der Menschheitsgeschichte 73

Die ersten Hochkulturen im Nahen Osten 77

Ägypten 77
Das Zweistromland 78
Zeittafel 79

Die Griechen 80

Die Entwicklung der Stadtstaaten 80
Sparta 80
Milet 81
Athen 83

Die Perserkriege 85
Die Makedonen – Alexander der Große 85
Zeittafel 86

Das Römische Reich 87

Gründung und Aufstieg Roms 87
Krisen in der Republik 88
Beginn der Kaiserzeit 90
Der Untergang des Römischen Reiches 90
Zeittafel 92

Der Übergang zum Mittelalter 93

Theoderich der Große – Justinian 93
Entstehung des Abendlandes 93
Zeittafel 95

Das Mittelalter 96

Entstehung des Deutschen Reiches 96
Der Investiturstreit 97
Kreuzzüge 97

Die Zeit Friedrich Barbarossas bis zum Ende des Stauferreiches 98
Entwicklung der europäischen Staaten 99
Zeittafel 100

Beginn der Neuzeit 101

Seefahrer entdecken Neuland 101
Das deutsche Reich zur Zeit Karls V. 102
Die Reformation und ihre Folgen 103
Zeittafel 105

Glaubenskriege 106

Zeittafel 108

Entstehung der modernen Staaten 109

Der französische Absolutismus 109
Die englische Revolution 109
Neugliederungen in Osteuropa 111
Zeittafel 112

Die Zeit der Aufklärung 113

Friedrich der Große 113
Der amerikanische Unabhängigkeitskampf 115
Zeittafel 116

Die Französische Revolution 117

Zeittafel 119

Das 19. Jahrhundert 120

Zeittafel 121

Das 20. Jahrhundert 127

Zeittafel 128

Anfänge der Menschheitsgeschichte



Unsere Erde entstand vor etwa 5 Milliarden Jahren. Die ersten Spuren von Leben wurden durch die Sauerstoffatmosphäre etwa vor 1 Milliarde Jahren möglich. 500 Millionen Jahre lang entwickelten sich dann die verschiedenen Tierstämme und Pflanzenformen. Vor 100 Millionen Jahren beginnt die Entwicklung der Säugetiere. Diese und die folgenden Zeitangaben sind zum Teil noch recht ungesichert. Etwa 500 Jahrtausende vor Christus treten die Urahnen des Menschen auf. Schädel- und Skelettfunde lassen eine Rekonstruktion dieses Urmenschen zu. Es ist ein primitiver Sammler in Freiluftwohnungen. Sein erstes Werkzeug ist ein Faustkeil, ein Stein, der durch natürliche Einwirkungen oder später durch Bearbeitung als Schlag- und Wurf-Waffe dienen kann.



Eindrucksvolle Zeugnisse schriftloser Kulturen der Vorzeit sind die von den Menschen der jüngeren Steinzeit geschaffenen Felsbilder, die in zahlreichen Höhlen Westeuropas, vereinzelt auch in Süd- und Osteuropa gefunden wurden

Im Laufe von etwa 300 Jahrtausenden lernt der Mensch, der auch in Horden zusammenlebt, die Herstellung von Werkzeugen aus Knochen und Stein, stellt sich einfache Kleider aus Fellen her und lernt den Gebrauch des Feuers.

Mit der Verbesserung der Stein- und Knochenwerkzeuge während der Steinzeit vollzieht sich der Übergang zur Fischerei, zur Viehzucht und zum Ackerbau. In der Zeit etwa 5000 v. Chr. gibt es bereits eine hochentwickelte Keramik, finden wir Wandmalereien in Felshöhlen und die ersten Bilderschriften. Große Grabanlagen beweisen das Vorhandensein erster religiöser Vorstellungen. Erfindungen auf dem Gebiet des Hausbaues und der Metallbearbeitung, die Erfindung des Webstuhles, der Töpferscheibe und des Pfluges brachten die Menschheit jeweils einen mächtigen Schritt vorwärts. Einzelne Sippen und Stämme wurden seßhaft. Die ersten menschlichen Siedlungen entstanden. Die Menschen erwarben Besitz. Damit waren sie nicht nur den Gefahren einer feindlichen Umwelt ausgesetzt, sondern sie erregten auch den Neid und die Habgier der umherziehenden Jäger und Hirten. Der Mensch wurde zum Feind des Menschen.

Zeittafel

- | | |
|---|---|
| <p>– 50000 Die ersten echten Vorfahren unseres heutigen Menschen (<i>Homo sapiens</i>)
Jägerkulturen, Fellkleidung, Gebrauch des Feuers, Höhlenmalereien, einfache Werkzeuge aus Stein und Holz, hüttenähnliche Wohnungen</p> | <p>– 10000 Beginn der mittleren Steinzeit, erste Bauernkulturen, Zucht von Haustieren, Getreideanbau
– 5000 Beginn der Jungsteinzeit, Hügelgräber, erste menschliche Hochkulturen
– 3000 Beginn der Bronzezeit
– 800 Beginn der Eisenzeit</p> |
|---|---|

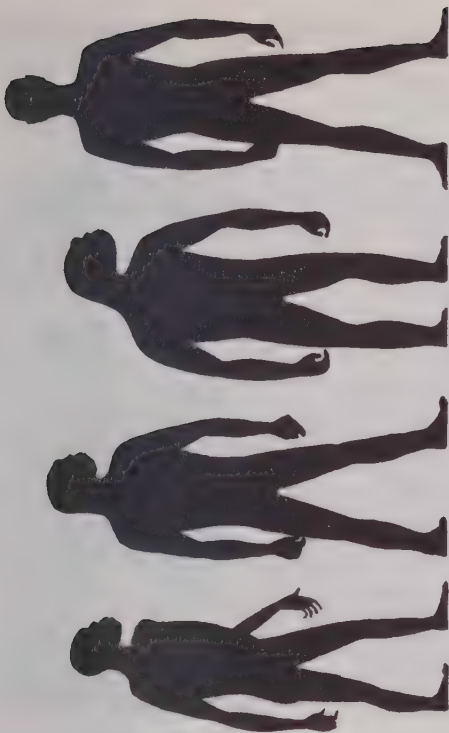


Die Entwicklung des Rades von der klobigen Radscheibe bis zum funktionsgerechten Speichenrad eines Streitwagens (15.– 6. Jh. v. Chr.)

180 VERGLEICH DER GRÖSSE UND KÖRPERHALTUNG

155

135



VORMENSCH

Australopithecus
Olduvai, Transvaal
2 000 000 - 600 000 Jahre



FRÜHMENSCHEN

Pithecanthropus
Trinil auf Java
700 000 - 400 000 Jahre



ALT MENSCHEN

Homo erectus
Olduvai, Rhodesien
300 000 Jahre



Homo sapiens
Steinheim, Süddeutschland
250 000 Jahre



Homo sapiens sapiens
Cro-Magnon u.a.
30 000 Jahre



Die Entwicklung des Menschen im Verlauf von etwa 2 Millionen Jahren. - Diese Grafik gibt die wichtigsten Fundorte an, die diese Annahme gesichert erscheinen lassen, und zeigt auch die wichtigsten Waffen und Werkzeuge, deren sich der Mensch auf der jeweiligen Entwicklungsstufe bediente



Stonehenge (engl. hängender Stein) bei Salisbury, England. Oben: Vier der mächtigen Steinpfeiler mit Decksteinen, unten: Rekonstruktion der ganzen Anlage. Der äußere Ring dieser etwa 4000 Jahre alten Weihestätte besteht aus 30 über 4 Meter hohen Steinpfeilern, die alle durch Decksteine verbunden waren. Der äußere Rundgraben hat einen Durchmesser von 115 m, die ganze Anlage ist auf den Punkt der Sommersonnenwende ausgerichtet.



Die ersten Hochkulturen im Nahen Osten



*Ramses II. (etwa 1300–1234
v. Chr.), König (Pharao)
von Ober- und Unterägypten*

Ägypten

Um 3000 v. Chr. werden unter König Menes die Gebiete des Nildeltas und des südlichen Niltals zu einem Reich Ägypten vereinigt. Die Verwaltung des Landes übernahmen im Namen der Könige (Pharaonen) hohe Beamte und Priester. Schreiber hatten deren Befehle zu vermitteln. Eine tiefe soziale Kluft herrschte zwischen diesen Beamten des Pharao und dem einfachen Volk, das sich aus Handwerkern und Kaufleuten, armen Bauern und Sklaven zusammensetzte.

Um 3000 wurden in Ägypten – ebenso im Zweistromland – die ersten Schriftzeichen erfunden. Nach den Griechen, die diese Zeichen für heilige Zeichen, d. h. *Hieroglyphen*, hielten, werden diese Schriftzeichen heute noch so genannt.



Ägyptische „Hieroglyphen“ aus einem Grab bei Saggara



Die Pyramiden bei Giseh im Niltal (2700–2500 v. Chr.). Jedes dieser mächtigen Bauwerke diente als Grabstätte für einen Pharao

Einen hohen Rang nahm die Wissenschaft ein. Die *Astronomie* und die *Astrologie*, die *Mathematik* und die *Geometrie*, sowie die *Medizin* waren hoch entwickelt.

Neben ihren Sonnengottheiten Ra, Amon und Aton und dem Herrscher des Totenreiches Osiris verehrten die Ägypter ihren Pharao als spendenden Gott. Für ihn, an dessen Weiterleben im Himmel die Ägypter glaubten, bauten sie zum Zeichen seiner Göttlichkeit unter schwersten Opfern und ungeheurem Aufwand die *Pyramiden* als Grabstätten.

Das Zweistromland

Wegen seiner günstigen geographischen Lage zwischen den großen Flüssen Euphrat und Tigris nannte man dieses Gebiet Zweistromland (Mesopotamien – Land zwischen den Flüssen).

Mesopotamien, in dem sich wahrscheinlich die *Sumerer* als erstes Volk ansiedelten, bildete nicht wie Ägypten einen zusammenhängenden Staat, sondern war aufgegliedert in einzelne Stadtstaaten. König Sargon, der König der im Zweistromland seßhaften Akkader, vereinigte um 2400 v. Chr. Mesopotamien zum ersten Mal zu einem großen Reich. Das gleiche gelang um 1700 v. Chr. König Hamurabi, der den Süden des Zweistromlandes vereinigte und Babylon zu dessen Hauptstadt machte. Seit dieser Zeit wird der Süden dieses Reiches Babylonien genannt. Im Norden des Zweistromlandes bildete sich der Staat Assyrien.



Von den Sumerern übernahmen Babylonier und Assyrer die *Keilschrift*. Mit Griffeln wurden Formen in feuchte Tontafeln gepreßt.

Steinrelief aus Babylonien (Anbetung einer Gottheit unter den Himmelskörpern)



Stierkalb (frühe Keilschrift der Sumerer)



Zeichen einer späten Keilschrift

Sumerische Keilschrift: Die nebenstehende Grafik zeigt die Entwicklung der Zeichen von gegenständlichen Darstellungen zu fast abstrakten Zeichen. Die Zeichen bedeuten (von oben nach unten): Gott (auch Himmel), Erde, Mensch, Berg, Speise, Wasser, Gehen (auch Stehen), Fisch, Gerste

Für die Bestimmung der Jahreszeiten und des damit verbundenen Hochwassers war die Beobachtung der Sterne unerlässlich, aus der sich die Astronomie entwickelte. Von den Babyloniern stammt unsere Unterteilung des Jahres in Monate, Wochen und Tage. Die Geometrie entwickelte sich unter anderem aus der Notwendigkeit, die Felder sinnvoll zu bewässern.

Von Norden kommend drangen die *Hethiter* in Kleinasien ein. Sie hatten durch die Benutzung des Pferdes als Reit- und Zugtier militärische Vorteile. Außerdem konnten sie bereits Eisen verarbeiten (um 2000 v. Chr.).

Mit der Einwanderung bisher unbekannter Seevölker wurde das Reich der Hethiter etwa 800 Jahre später vollständig zerstört, Ägypten schwer erschüttert.

Zeittafel

- um –3000 Erfindung der Schrift
- um –3000 Die kleinen Staaten im Niltal werden zum Königreich Ägypten vereint
- um –2000 Indoeuropäische Stämme wandern in Italien und Griechenland ein
In Mesopotamien entsteht das Babylonische Reich
- um –1800 entsteht das Reich der Hethiter in Kleinasien
- um –1000 entsteht der erste israelische Staat mit der Hauptstadt Jerusalem
- um –600 Babylonier erobern Assyrien
- 540 Der Perserkönig Kyros besiegt Babylonien
- 500 Blütezeit des Perserreiches unter Darius

Die Griechen

Die Entwicklung der griechischen Stadtstaaten

Nachdem um 1100 v. Chr. die dorische Wanderung – die *Dorier* (*Dorer*) waren ein aus Nordwestgriechenland kommender Stamm – der bis dahin in Griechenland herrschenden minoisch-mykenischen Kultur ein Ende gesetzt hatte, brauchten die Griechen drei Jahrhunderte, um sich von diesem Niedergang zu erholen. Anstelle der großen Königreiche von einst bildeten sich kleine Ackerbaustädte; jede Stadt hatte ihren eigenen König. Den Adel bildeten Großgrundbesitzer, deren Sippenälteste im Rat der Stadt saßen. Unter Vorsitz des Königs übernahmen sie die Rechtsprechung, die allzuoft zu Gunsten des Adels ausfiel, bis der Vorschlag eines Griechen, nach dem Vorbild des Orients zu verfahren und Gesetze niederzuschreiben, angenommen wurde. Da sich in einigen Städten der Adel der Beschränkung seiner Vorrechte widersetzte, gelang es einigen Männern, sich mit Hilfe des erbitterten Volkes zu Alleinherrschern zu machen. Diese Beherrscher einer Stadt nannte man Tyrannen.

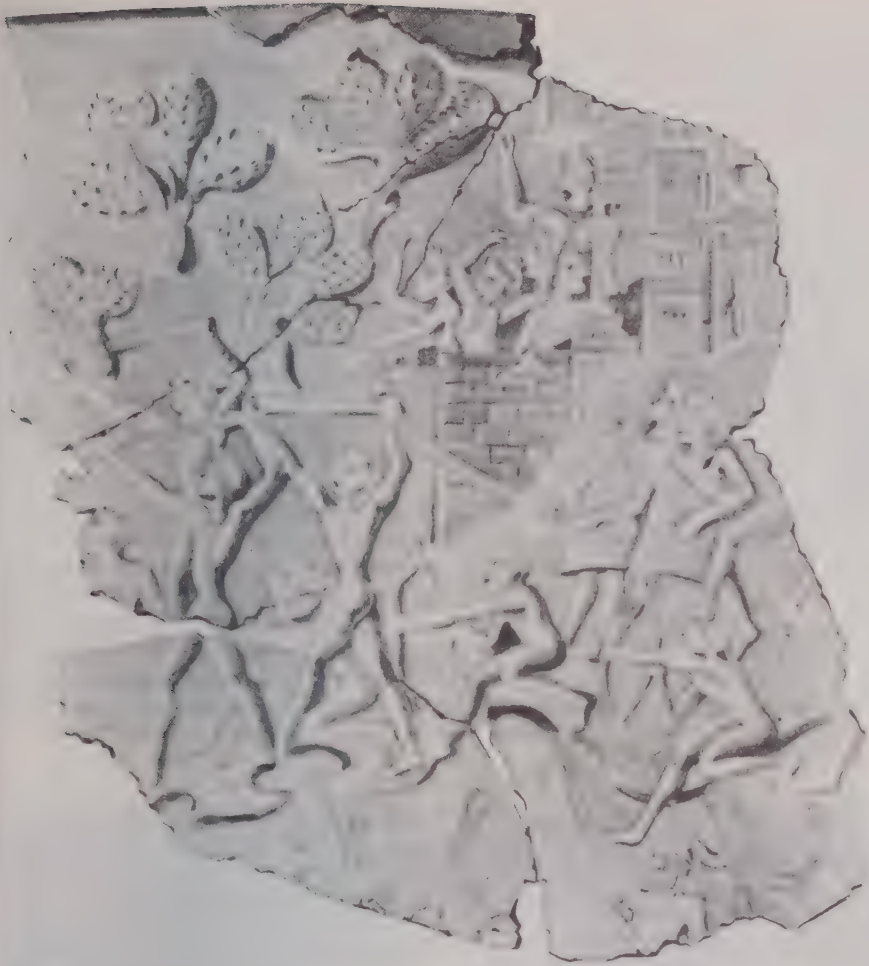
Unzufriedene und abenteuerlustige Griechen folgten dem Rufe von Kaufleuten, die von fernen fruchtbaren Ländern erzählten. So entstanden an fast allen Küsten des Mittel- und des Schwarzen Meeres griechische Kolonien.



Griechenland und seine Kolonien (um 1000 v. Chr.)

Sparta

Sparta und das Tal des Eurotas wurden im Verlauf der dorischen Wanderung von den Spartanern (Lakedämoniern) erobert. Die Bevölkerung setzte sich zusammen aus der das Land beherrschenden kleinen Gruppe der Spartiaten, aus den politisch entrechteten Periöken (Kaufleute, Handwerker oder Bauern in der Umgebung Spartas) und der von den Spartanern unterworfenen Urbevölkerung, den Heloten. An der Spitze Spartas standen der Rat der Alten und zwei Könige. Außerdem wurden für jeweils ein Jahr fünf Ephoren (Aufseher) gewählt, die sämtliche Beratungen leiteten. An den Volksversammlungen nahmen nur die Spartiaten teil.

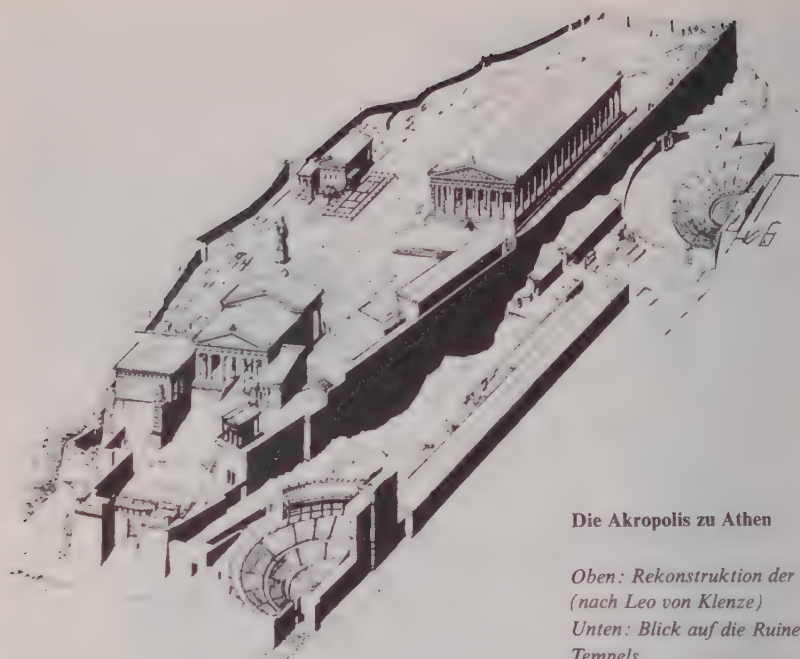


*Vasenrelief aus Mykene
(Angriff auf eine befestigte Stadt)*

Die Lebensweise der Spartiaten zeichnete sich durch eine unerbittliche Härte sich selbst gegenüber aus. Im Dienste Spartas zu stehen und die Interessen dieser Gemeinschaft zu schützen, war für einen Spartiaten das höchste Ziel. Schwächliche Kinder hatten in dieser Gemeinschaft keinen Platz. Schon mit sieben Jahren wurden die Knaben ihren Eltern entzogen und militärisch ausgebildet.

Milet

An der Mündung des Mäanders in Westkleinasien lag Milet, eine reiche Handelsstadt. Die Naturphilosophien des Thales von Milet (u. a. Berechnung der Pyramiden nach ihrem Schatten) und seines Schülers Anaximander (wahrscheinlich Entdecker der Urelemente) gelten heute als Beginn der abendländischen Wissenschaft.



Die Akropolis zu Athen

*Oben: Rekonstruktion der gesamten Anlage
(nach Leo von Klenze)*

*Unten: Blick auf die Ruine des großen
Tempels*

*Die Akropolis entstand auf den Grundmauern
eines alten mykenischen Königspalastes*



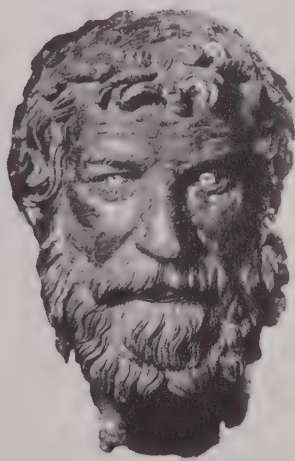
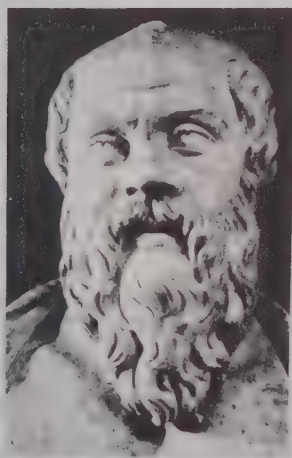
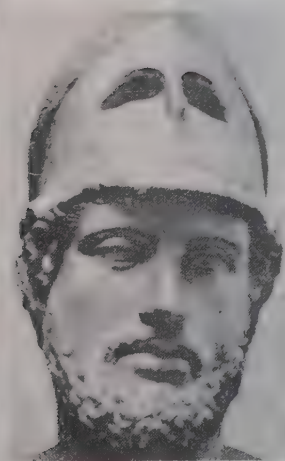
Athen

Durch die günstige Lage des Burgberges und Herrensitzes in Athen – zusammenfassend *Akropolis* genannt –, der die umliegende Ebene beherrschte, entstanden vor allem am Südhang und im Westen schon früh Ansiedlungen. Zu Beginn des 6. Jahrhunderts wurde Athen durch schwere Bauernunruhen erschüttert. Im Jahre 594 erhielt es durch Solon eine Verfassung, in der alle Bürger nach Steuerleistungen in vier Klassen eingeteilt wurden. Je nach Zugehörigkeit zu einer der vier Klassen standen ihnen bestimmte Ämter zu. Im Jahre 560 v. Chr. machte sich der Adlige Peisistratos zum Anführer der Kleinbauern und Unzufriedenen, mit deren Hilfe es ihm gelang, die Macht in Athen zu ergreifen. Während seiner Tyrannenherrschaft förderte er Athen wirtschaftlich, politisch und künstlerisch. Seine beiden Söhne wurden 514 und 510 v. Chr. ermordet oder vertrieben.

Durch den Ausbau der solonischen Verfassung begründete Kleisthenes 509 v. Chr. die *Demokratie* in Athen. In der Volksversammlung wurden die zehn obersten Beamten, die Archonten, gewählt. Ihnen zur Seite stand ein Rat von 500 Bürgern, mit denen sie ihre Maßnahmen besprechen mußten. Im 5. und 4. Jh. v. Chr. vereinigte Athen die Insel- und Küstenstädte des Ägäischen Meeres zum Attischen Seebund. Athen wandte dieses Bündnis nicht nur zu seinem eigentlichen Zweck an, nämlich die Freiheit der von den Persern beherrschten kleinasiatischen Griechen zurückzugewinnen, sondern betrachtete es als Mittel zur Beherrschung der verbündeten Städte und machte so aus dem Attischen Seebund ein Attisches Reich. Seit dem Jahre 461 v. Chr. leitete der vom Volke immer wieder gewählte Perikles die Geschicke Athens.

Vom Jahre 445 v. Chr. an versuchte Perikles den Attischen Seebund gänzlich für die Führung Athens in Griechenland auszunutzen und machte die Stadt kulturell zur ersten in Griechenland (Perikleisches Zeitalter).

431 kam es zwischen dem konservativen Sparta, das durch den Peloponnesischen Bund fast den ganzen Peloponnes beherrschte, und dem demokratischen Athen auf Grund gegenseitigen „Machtneides“ zum Krieg. 27 Jahre dauerte dieser Krieg, in dem 429 Perikles einer in Athen ausgebrochenen Seuche zum Opfer fiel. Mit Hilfe der Perser gelang es 404 Sparta, Athen zu besiegen. Der Attische Seebund wurde aufgelöst, Athen trat dem Peloponnesischen Bund bei.



Zeugnisse antiker Bildhauerkunst:

Von links nach rechts: Perikles, bedeutender athenischer Staatsmann (um 450 v. Chr.); Sokrates, bekannter Lehrer und Philosoph (um 420 v. Chr.); Platon, sein berühmtester Schüler (um 400 v. Chr.)



Olympia, Schauplatz der Olympischen Spiele im Altertum

Oben: Heutige Ausgrabungsstätte im Tal des Alpheios

Mitte: So etwa muß Olympia im Jahre 200 n. Chr. ausgesehen haben (Rekonstruktionsmodell: in der Mitte der um 450 v. Chr. erbaute Zeustempel)

Unten: Relief vom Sockel einer Siegerstatue (Läufer, Ringer, Speerwerfer)



*Der Palast
von Persepolis
(von Alexander
dem Großen
niedergebrannt)*



Die Perserkriege (500–479 v. Chr.)

499 v. Chr. begann in Milet der Aufstand der Griechen Kleinasiens gegen die persische Vorherrschaft, der mit einer erneuten Unterwerfung endete. Um sich an Athen und Eritrea zu rächen, die den Aufständischen Hilfe geleistet hatten, brachen die Perser 490 unter Dareios auf und unterjochten zwar Eritrea, wurden aber von dem Bürgerheer der Athener unter Führung des Miltiades bei Marathon geschlagen. 480 versuchte Xerxes, Sohn des Dareios, ganz Griechenland zu unterwerfen. Am Paß der Thermopylen wurden der Spartanerkönig Leonidas und seine Soldaten durch Verrat überwältigt. Nach Attika vorgerückt, vernichtete Xerxes Athen. Als er, von Themistokles verlockt, bei Salamis die große Flotte der Griechen angriff, wurde er vernichtend geschlagen. Im Frühjahr des Jahres 479 v. Chr. traten den Persern die verbündeten Griechen bei Platäa entgegen und besiegten sie entscheidend unter Führung des Spartiaten Pausanias.

*Alexander der Große (356–323
v. Chr.) Hellenistische Kopie
des Kopfes einer zu Lebzeiten
des Makedoniens entstandenen
Bildnisstatue. Marmorskulptur aus
Pergamon (Istanbul, Archäolo-
gisches Museum)*



Die Makedonen — Alexander der Große

Im Norden Griechenlands hatte sich ein größerer Staat entwickelt: Makedonien. In einer Schlacht bei Chaironeia gelang es 338 v. Chr. König Philipp von Makedonien, die Städte Theben und Athen zu schlagen und die Unterlegenen zu bewegen, sich mit ihm in einem Hellenischen Bund zusammenzuschließen, dem sich die übrigen Griechen gezwungenermaßen anschlossen. 337 v. Chr. wurde er zum Oberfeldherrn Griechenlands gewählt. Nach seiner Ermordung 336 v. Chr. wurde sein damals zwanzigjähriger Sohn Alexander König von Makedonien. Als Führer des Hellenischen Bundes



Die Alexanderschlacht. Mosaikbild aus Pompeji (wahrscheinlich Kopie eines Monumentalgemäldes des Griechen Philoxenos), zeigt den Kampf Alexanders des Großen gegen den Perserkönig Darius

begann er 334 v. Chr. einen Krieg gegen Persien, aus dem sein späteres Riesenreich erwuchs. Durch Siege fielen ihm 334 und 333 v. Chr. (Issos) Kleinasien, Syrien und Ägypten, 331 v. Chr. Persien zu.

Als „König von Asien“ eroberte er 330–326 Ostpersien und das Indusgebiet. Vor einem Zug nach dem westlichen Mittelmeer starb er 323 v. Chr. in Babylon. Nach seinem Tode zerfiel sein Reich in drei Teile, in die sogenannten Diadochenreiche. Die Kultur, die sich aus der Verschmelzung der orientalischen und der griechischen Kulturen ergab, wird heute als Hellenismus bezeichnet.

Zeittafel

- um -1100 Dorische Wanderung
- um -800 Aufblühen griechischer Städte
- um -750 bis -550 griechische Koloniegründungen
- 594 Solonische Verfassung
- 560 bis -510 Tyrannenherrschaft des Peisistratos und seiner Söhne
- 509 Verfassung des Kleisthenes begründet Demokratie Athens
- 499 Aufstand der Griechen Kleasiens gegen die Perser
- 490 Athener besiegen die Perser bei Marathon
- 480 Die Griechen schlagen in der Seeschlacht bei Salamis die persische Flotte
- 479 Sieg der Griechen über die Perser bei Platää
- 478 1. Attischer Seebund (bis 404 v. Chr.)
- 461 Anfang der Blütezeit Athens unter Perikles
- 431 bis -404 Peloponnesische Kriege
- 404 Die Spartaner erobern Athen
Ende des peloponnesischen Krieges
- 377 2. Attischer Seebund unter Führung Athens
- 338 Philipp von Makedonien wird Herr über Griechenland
- 336 Alexander der Große wird König
- 335 Alexander der Große (356–323) gewinnt die Oberherrschaft in Griechenland
- 334 bis -325 Alexander der Große erobert Persien
- 333 Alexander der Große besiegt bei Issus die Perser und gewinnt Kleinasien und Syrien
- 332 Alexander besetzt Ägypten und gründet Alexandria
- 330 Alexander besetzt Babylon, Susa und Persepolis
- 326 Alexander dringt im Osten bis zum Indus vor
- 323 Mit dem Tode Alexanders des Großen zerbricht das makedonische Weltreich

Das Römische Reich

Gründung und Aufstieg Roms

Im Jahre 753 v. Chr. soll die Gründung Roms durch den sagenhaften Romulus erfolgt sein. Umgefahr 200 Jahre stand Rom unter etruskischer Königsherrschaft. Nach deren Sturz und der Verjagung der Etrusker 510 v. Chr. begann in Rom eine Volksherrschaft. Aus den Reihen des Adels, der von reichen Grundbesitzern gebildet wurde, wählte man jährlich die römischen Beamten (Magistrate). Jeder höhere Beamte erhielt nach Vollendung seiner Beamtenlaufbahn einen Sitz im Ältestenrat (Senat), der die eigentliche Regierung bildete und dessen Beschlüsse zwei gewählte Konsuln auszuführen hatten. Im Gegensatz zu den Adligen (Patriziern) hatten alle Nichtadligen (Plebejer) keinerlei politische Rechte. Nach einer Verständigung der beiden Parteien (Patrizier, Plebejer) um 450 v. Chr. erhielten die Plebejer das Recht, eigene Beamte zu wählen (Volkstribunen), die alle Senatsbeschlüsse durch ihren Einspruch (Veto) verhindern konnten. Alte Rechtsurkunden wurden auf 12 Tafeln niedergeschrieben (Zwölftafengesetz). In den Jahren 366 - 343 erreichten die Plebejer, daß einer der beiden Konsuln aus ihren Reihen kommen mußte.

Im Jahre 387 v. Chr. erlitt das nach Macht strebende Rom einen schweren Rückschlag. In einer Schlacht an der Allia (nördlich von Rom) wurde das römische Heer von den Galliern vernichtend geschlagen. Die Gallier, die um das Jahr 400 v. Chr. im Norden zu ihren Kriegszügen aufgebrochen waren, besetzten Rom. Den Abzug der Belagerer mußten sich die Römer teuer erkaufen. Nur ihren Burghügel (Kapitol), auf dem Heiligtümer der römischen Götter standen, hatten sie behaupten können. Bald darauf begann der Siegeszug der römischen Machtpolitik. Bis etwa 264 v. Chr. hatten die Römer die Halbinsel Italien unterworfen. Mittel- und Süditalien blieben in ihrer inneren Verwaltung selbständig; seine Bewohner wurden zu Bundesgenossen erklärt. Von 264 bis 241 führte Rom mit der Handelsmacht Karthago Krieg (1. Punischer Krieg) um Sizilien, den es gewinnen konnte. Für die an Rom verlorenen Inseln (Sizilien, Korsika, Sardinien) versuchte Karthago sich in Spanien Ersatz zu schaffen. So kam es zum 2. Punischen Krieg (218 - 201). Der Feldherr der Punier, Hannibal, der über die Alpen in Italien eingebrochen war, bereitete 216 v. Chr. den Römern eine vernichtende Niederlage bei Cannae. Erst 202 v. Chr. gelang es den Römern unter P. Cornelius Scipio, die Punier bei Zama entscheidend zu schlagen und 201 zur Abtretung Spaniens zu zwingen.

Nach den beiden Punischen Kriegen galt die Eroberungspolitik Roms den Reichen im Orient. Ägypten erkannte die Vorherrschaft Roms ohne Krieg an. 189 v. Chr. eroberten die Römer das Reich Antiochos' III., das vom südlichen Kleinasien bis nach Persien reichte. 148 v. Chr. besiegten sie König Perseus von Makedonien. 20 Jahre später wurde Makedonien römische Provinz. 146 v. Chr. zerstörten die Römer Korinth und Karthago, und das Gebiet von Karthago wurde zur Provinz Africa. Kleinasien machten die Römer zur Provinz Asia, nachdem es ihnen König Attalos von Pergamon vererbt hatte.

Das „Imperium Romanum“ beim Tode Julius Caesars
44 v. Chr.)





Drei berühmte römische Feldherren (von links nach rechts): Lucius Cornelius Sulla (138–78 v. Chr.), Gaius Julius Caesar (100–44 v. Chr.), Marcus Antonius (83–30 v. Chr.)

Krisen in der Republik

Verhängnisvoll wirkte sich der schnelle Aufstieg Roms zur Weltmacht für die weitere politische und soziale Entwicklung der Republik aus. Unter den Kriegsfolgen hatten vor allem die Kleinbauern sehr zu leiden. Nach langer Abwesenheit fanden sie bei ihrer Rückkehr einen heruntergewirtschafteten Hof vor. Mehr und mehr drängte der Großgrundbesitz, dessen Besitzer sich billige Sklaven (Kriegsgefangene) leisten konnten, das Kleinbauerntum zurück. Die Arbeitslosigkeit nahm zu. Politische Entscheidungen wurden durch Bestechung beeinflusst. 133 v. Chr. versuchte der Volkstribun Tiberius Gracchus, mit Hilfe der Volksversammlung durch ein Ackergesetz auf ehemaligem staatseigenem Land Raum für neue Bauernsiedlungen zu schaffen. Er stieß auf heftigen Widerstand bei den Großgrundbesitzern, die inzwischen dieses Land besaßen, und wurde ermordet. Sein Bruder Gaius Gracchus trat sein politisches Erbe an, aber auch er wurde von den Gegnern der Reformen umgebracht (121 v. Chr.). Innerhalb des Adels hatten sich zwei Parteien gebildet, die Optimaten und die dem Volk freundlich gesinnten Popularen.

Aus den Reihen der Popularen wurde in den Jahren 104–100 v. Chr. fünfmal hintereinander Gaius Marius zum Konsul gewählt. Schon im Jahre 107 v. Chr. hatte man ihn zum Konsul gemacht und ihm den Oberbefehl im Krieg gegen Numidien (111–104) übertragen. 104 v. Chr. wurde der Numiderkönig Jugurtha von C. Marius besiegt. Auch in den Kriegen gegen die Germanenstämme der Kimbern und Teutonen, die aufgebrochen waren, neues Land zu suchen, erfüllte er die in ihn gesetzten Hoffnungen. Durch eine Heeresreform leitete er die Aufstellung stehender Heere von Berufssoldaten ein, die an Stelle der Bürgeraufgebote traten. Bei Aquae Sextiae schlug er 102 v. Chr. die Teutonen, bei Vercellae 101 v. Chr. die Kimbern. Von 90 bis 88 v. Chr. wurden die Römer in einen Bundesgenossenkrieg gestürzt. Durch diesen erzwangen sich die italienischen Verbündeten, die ihre Nichtbeteiligung an der Regierung als Zurücksetzung betrachteten, das römische Bürgerrecht. Den Kampf Roms gegen die Bundesgenossen nutzte 88 v. Chr. König Mithridates von Pontus (Kleinasien), vereint mit der Bevölkerung der Provinz Asia, zum Aufstand. Cornelius Sulla, Anhänger der Senatspartei und Konsul 88 v. Chr., bekam vom Senat den Oberbefehl gegen Mithridates übertragen. Da Marius von der Volksversammlung ebenfalls mit diesem Kommando beauftragt worden war, kam es zum Bürgerkrieg, in dem Sulla die Oberhand behielt.

87 v. Chr. zog Cornelius Sulla nach Asien. Nachdem er Griechenland und die Provinz Asia zurückerobert hatte, kehrte er 82 v. Chr. nach Rom zurück, das während seiner Abwesenheit von der Volkspartei beherrscht worden war. Auf unbestimmte Zeit ließ er sich das Amt eines Diktators übertragen. Seine Gegner wurden grausam ermordet. Bei seinem Rücktritt 79 v. Chr. hatte er sein Ziel, dem Senat seine alte Macht zurückzugewinnen, erreicht, aber nun zeigte sich die Unfähigkeit des Senats. Heerführer bestimmten die Geschicke Roms. 60 v. Chr. kam es zwischen Gnäus Pom-

Rom zur Blütezeit
des Kaisertums.
Die Rekonstruktion
zeigt in der Bildmitte
den riesigen
„Circus Maximus“,
die Austragungsstätte
der Pferde- und
Wagenrennen; er war
über 600 m lang und
muß über 200.000 Zu-
schauer gefaßt haben.
Dahinter die kaiser-
lichen Paläste



peius, C. Julius Caesar und Crassus zu einem Triumvirat (Dreimännerbündnis), nachdem der Senat Pompeius, der 67 v. Chr. dem Seeräuberunwesen und dem Krieg gegen Mithridates ein Ende gesetzt hatte, die Anerkennung für Anordnungen verweigerte, die er in den von ihm eroberten Ländern Pontus und Syrien getroffen hatte. C. Julius Caesar war Führer der Volkspartei. Der reiche Crassus hatte 72–71 v. Chr. den Sklavenaufstand des Spartakus niedergeworfen. Caesar erhielt die gallischen Provinzen und unterwarf das unabhängige Gallien bis an den Rhein (58–50). Nach dem Tode des Crassus 53 v. Chr. in einem Krieg gegen die Parther näherte sich Pompeius den Optimaten. Als Caesar sich der Abberufung aus Gallien widersetzte, übernahm Pompeius die Führung im unvermeidlichen Bürgerkrieg gegen Caesar. Bei Pharsalus wurde er vernichtend geschlagen und 48 v. Chr. auf seiner Flucht nach Ägypten ermordet. Im Jahre 46 v. Chr. übertrug der Senat Caesar die Diktatur auf 10 Jahre, 44 v. Chr. auf Lebenszeit. Von Verschwörern aus den Reihen der Optimaten wurde er im März 44 v. Chr. erdolcht. Die Folge war erneuter Bürgerkrieg. Der Großneffe und Adoptivsohn Caesars Octavianus verständigte sich mit den „Caesarianern“ Antonius und Lepidus und bildete mit ihnen 43 v. Chr. ein Triumvirat. 42 v. Chr. vernichteten sie bei Philippi das Heer der Caesar-Mörder. Das Reich wurde aufgeteilt. Antonius erhielt den Osten, Lepidus Afrika, Octavian blieb in Italien. 36 v. Chr. zwang Octavian Lepidus zur Abdankung. Antonius besiegte er bei Aktium im Jahre 31 v. Chr. Antonius beging 30 v. Chr. Selbstmord. Octavian war Alleinherrscher.

Beginn der Kaiserzeit

Von 31 v. Chr. bis 14 n. Chr. wurde Rom von Octavian regiert, der den Beinamen Augustus (der Erhabene) erhielt, als Zeichen seiner geheiligten Autorität. Während seiner Regierungszeit bescherte er dem Römischen Reich einen Frieden (pax Romana), der ungefähr zwei Jahrhunderte andauerte. Formell blieb die Republik bestehen. Der Senat blieb, und auch Wahlen fanden statt, bei denen allerdings nie anders gewählt wurde, als Augustus es wünschte. Nach dem Tode des Augustus, der stets den Titel eines Kaisers abgelehnt hatte, nahmen seine Nachfolger diesen Titel an. Der formelle Fortbestand der Republik verlangte die Anerkennung des Kaisers durch den Senat, und trotzdem kam es immer wieder zu Erbmonarchien, da die Regenten oft durch die Heranziehung eines Unterregenten schon vor ihrem Tode für einen Nachfolger sorgten. Folgende Kaiser folgten Augustus in der Herrschaft des Reiches (bis 180 n. Chr.): Tiberius (14–37), Caligula (37–41), Claudius (41–54), Nero (54–68), Vespasian (69–79), Titus (79–81), Domitian (81–96), Nerva (96–98), Trajan (98–117), Hadrian (117–138), Antonius Pius (138–161), Mark Aurel (161–180).

Der „Limes“, die befestigte römische Grenze nach Germanien. (Er bestand aus dem Graben und dem Wall, in den Palisaden eingerammt waren. Die Wachtürme standen in Sichtweite.)



Augustus
(1. römischer Kaiser
63 v. Chr. – 14 n. Chr.)



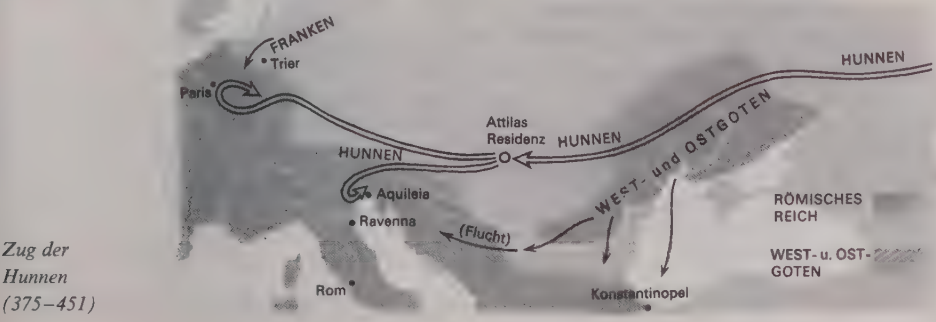
Zur Zeit des Augustus wuchs die Gefahr, die dem Römischen Reich von seiten der Germanen drohte. Immer wieder brachen diese in gallische Gebiete ein. Unter dem Oberbefehl des Tiberius, Stiefsohn des Augustus, wurde in den Jahren 4 und 5 n. Chr. das Land der Germanen bis zur Elbe in Abhängigkeit von Rom gebracht. Im Jahre 9 n. Chr. kam es zur Schlacht im Teutoburger Wald. Die Germanen, die die Zwangsherrschaft des römischen Befehlshabers in ihrem Gebiet, Publius Quintilius Varus, nicht länger ertragen wollten, besiegten dessen Legionen, nachdem sie die römischen Soldaten in das diesen unbekannte Gebiet des Teutoburger Waldes gelockt hatten. Quintilius Varus beging Selbstmord. Zum Schutze ihrer Grenze im Norden bauten die Römer 84 n. Chr. zwischen Rhein und Donau einen Grenzwall, den Limes. Unter Mark Aurel geriet das Reich in eine Krise, da die Germanen bis nach Oberitalien und Griechenland vordringen konnten. Mark Aurel gelang es, den Ansturm zurückzudrängen. Er plante sogar eine Verschiebung der Grenze über die Donau. Doch sein verdorbener Sohn Commodus (180–192) verzichtete darauf. Unter Kaiser Augustus wurde der Begründer des Christentums Jesus Christus geboren. Schon nach wenigen Jahrzehnten bildeten sich christliche Gemeinden. Vor allem bei den Armen fand die Lehre, die Nächstenliebe und Versöhnung, Gleichstellung von Arm und Reich forderte, viele Anhänger. Als 64 n. Chr. in Rom ein Brand ausbrach (es wird nicht ausgeschlossen, daß Kaiser Nero selbst der Brandstifter war), gab der Kaiser den Christen die Schuld und ließ sie grausam verfolgen.

Der Untergang des Römischen Reiches

Kennzeichen des spätrömischen Reiches war das schwindende Interesse der Bürger am Staat, das letzten Endes zu seinem Untergang beitrug. Gefahren drohten dem Reich durch den Ansturm der Goten (vom Schwarzen Meer her) und der Perser. Immer schwerer wurde für die Kaiser eine straffe Führung im Innern des Römischen Reiches: allenthalben hatten sie sich gegen die von den Soldaten ausgerufenen „Kaiser“ durchzusetzen. Für das Unglück des Staates machten die

Die Verbreitung des Christentums um 250. Besonders auffällig die starke Verbreitung im vorderen Orient

Kaiser Decius (249–251) und Valerian (253–260) die große Zahl von Christen verantwortlich, und es kam unter ihrer Herrschaft zu erneuten Christenverfolgungen. Diocletian gelang es während seiner Regierungszeit von 284 bis 305, das Reich von außen und innen zu sichern. Da ein Kaiser allein nicht fähig war, die Ordnung im Staate zu gewährleisten und der äußeren Gefahren Herr zu werden, ernannte er drei weitere Kaiser (Vierkaisersystem). Die Reform des Diocletian führte Konstantin der Große (306–337) weiter, der sich in den Jahren 306–323 die Alleinherrschaft im Reich erkämpft hatte. Das Christentum erlangte während seiner Regierungszeit völlig Gleichberechtigung neben den anderen Religionen, ja Konstantin glaubte sogar, es würde dem Staat moralischen Halt geben. 330 ließ er als neue Hauptstadt Konstantinopel einweihen, das bis 1453 Kaiserstadt des Oströmischen Reiches blieb. Seinen Untergang erfuhr das spätrömische Reich im Zuge der Germanischen Völkerwanderung. 372 überschritten die Hunnen (Mongolen) die Wolga und stießen auf die Goten, die nach dem römischen Reich ausgewichen. Zwischen Römern und Goten kam es 378 bei Adrianopel zur Schlacht. Sie endete mit einer Niederlage der Römer; die Goten blieben im Reich, andere Stämme folgten. Nach dem Tode des Kaisers Theodosius (395) zerfiel das Reich in West- (Hauptstadt: Ravenna) und Ostrom (Hauptstadt: Konstantinopel), blieb aber staatsrechtlich als Einheit bestehen. Der Druck der nach Neuland und festen Wohnsitzen suchenden Germanen wurde immer stärker. Mit ostgermanischen Völkern trat Attila, König der Hunnen, 451 von Ungarn aus den Vormarsch nach Gallien an. Auf den „Katalaunischen Feldern“ im Gebiet von Troyes stellte sich der römische Feldherr Aetius mit verbündeten Goten zur Schlacht. Attila mußte sich zurückziehen. Trotzdem hörte 476 das Westreich auf zu bestehen, als der letzte weströmische Kaiser Romulus Augustus durch einen seiner Truppenkommandeure, den Germanen Odowakar, abgesetzt wurde. Odowakar regierte als König von Italien, bis ihn 493 der Ostgotenkönig Theoderich ermordete und seine Stelle einnahm.



Zeittafel

- 753 Gründung Roms (nach der Sage) von Romulus und Remus
- 510 Ende der etruskischen Königsherrschaft
- 450 Zwölftafelgesetz
- 366 Wahl des ersten Plebejers zum Consul
- 387 Besetzung Roms durch die Gallier
- um -264 Rom beherrscht Italien
- 264 bis -241 1. Punischer Krieg
- 241 Die Römer schlagen die Flotte der Karthager und erobern Sizilien
- 222 Rom erobert Oberitalien
- 218 Hannibal zieht über Spanien auf dem Landweg nach Italien
- 219 bis -201 2. Punischer Krieg
- 216 Hannibal schlägt in der Schlacht bei Cannae das römische Heer
- 202 Die Römer schlagen bei Zama das karthagische Heer
- Karthago muß Spanien an Rom abtreten
- 146 Karthago wird durch die Römer zerstört
- Makedonien wird römische Provinz
- Beginn des Römischen Weltreiches
- 133 Der Volkstribun Tiberius Gracchus wird bei dem Versuch, neue Reformen einzuführen, ermordet
- 121 Gaius Gracchus wird ermordet
- 111 bis -104 Numiderkrieg
- 102 Sieg über die Teutonen (Marius)
- 101 Sieg über die Kimbern
- 90 bis -88 Bundesgenossenkrieg
- 88 Mithridates ruft im Osten des römischen Reiches zum Aufstand auf
- 82 Sulla wird Diktator
- 73 Sklavenaufstand unter Führung des Spartacus in Italien (wird 71 v. Chr. niedergeworfen)
- 60 Triumphat: Pompeius-Caesar-Crassus
- 58 bis -50 Caesar erobert Gallien
- 49 bis -45 Caesar unterwirft das römische Reich
- 44 Ermordung Caesars
- 43 Triumphat: Antonius-Octavian-Lepidus
- 37 Die Römer erobern Jerusalem
- 30 Octavian ist Alleinherrscher
- Unter Augustus wird Jesus Christus geboren
- 14 Augustus †
- 64 Brand von Rom mit anschließenden grausamen Christenverfolgungen
- 70 Zerstörung Jerusalems durch die Römer (Antwort auf einen jüdischen Aufstand gegen den römischen Landpfleger)
- 79 Ein Ausbruch des Vulkans Vesuv verschüttet Pompeji
- 84 Kaiser Domitian beginnt mit dem Bau des Limes
- 106 Kaiser Trajan unterwirft die Araber und gründet die Provinz Arabia
- um 150 Beginn der ersten germanischen Völkerwanderung
- um 200 Unter Mark Aurel wehren die Römer an Rhein und Donau das Vordringen germanischer Völkerstämme ab
- um 250 Die Goten erreichen Griechenland, die Franken Spanien
- 250 Erneute Christenverfolgung unter Kaiser Decius
- 284 Diocletian erneuert Reichsverwaltung
- 312 Konstantin erobert Rom (*um 288, † 337)
- Das Christentum wird als gleichberechtigte Religion anerkannt
- 330 Konstantinopel wird neue Hauptstadt
- 375 Einfall der Hunnen nach Europa
- 378 Kaiserliches Heer wird bei Adrianopel von den Goten besiegt
- 395 Teilung des Reiches unter Theodosius
- 410 Westgoten erobern unter ihrem König Alarich Rom
- 439 Vandalen erobern unter Geiserich Karthago
- 451 Die Hunnen unter Attila werden auf den Katalaunischen Feldern besiegt
- 476 Absetzung des letzten weströmischen Kaisers, Romulus Augustus, durch den Germanen Odowakar
- 489 Ostgoten besiegen Odowakar bei Verona unter Theoderich
- 493 Ermordung Odowakars durch den Ostgotenkönig Theoderich. Theoderich wird Herr über Italien und gründet das Ostgotenreich
- 9 Unter Führung des Arminius vernichten die Cherusker im Teutoburger Wald drei römische Legionen



Rekonstruktion eines römischen Landhauses in der Nähe von Trier mit dem charakteristischen Innenhof (Atrium)

Der Übergang zum Mittelalter

Theoderich der Große — Justinian

Theoderich der Große (um 456–526), Ostgotenkönig (471–526), der mit seinem Sieg über Odoakar Herr in Italien geworden war, errichtete dort das bedeutendste Germanenreich seiner Zeit. Während seiner weisen Herrschaft (493–526) war er sehr um die Erhaltung der antiken Kultur bemüht. Den Römern waren die Zivilberufe – sie stiegen dabei bis in die höchsten Staatsämter auf –, den Germanen das Heerwesen vorbehalten.

Die Streitigkeiten, die nach seinem Tode im Jahre 526 im ostgotischen Königshaus ausgebrochen waren, verstand Justinian (483–565), Kaiser des Oströmischen Reiches, zu nutzen, der 527 in Konstantinopel den Kaiserthron bestiegen hatte. Unter der Führung seiner Feldherren Belisar und Narses gelang es nach heftigen Kämpfen (534–552), Italien zurückzugewinnen. Die Ostgoten mußten das Land verlassen. Diesen beiden Feldherren verdankte Justinian auch die Zureroberung Afrikas, Sardinien und Korsikas und eines Teiles von Spanien von den Westgoten. – Bis in die Neuzeit bestimmend blieb das Gesetzeswerk (Corpus Juris), das Justinian während seiner Regierungszeit durch die Sammlung alter Rechtsquellen geschaffen hatte.



Münze mit dem Porträt des
Gotenkönigs Theoderich des
Großen

Kaiser Justinian inmitten
seines Hofstaates (Mosaik aus
der Palastkirche in Ravenna)



Entstehung des Abendlandes

Mehrere Jahrhunderte hatte die germanische Völkerwanderung andauert, die entscheidend zur Auflösung des römischen Weltreiches beigetragen hatte. Neue Reiche wurden von den Germanen gegründet, die teilweise das römische Erbe bewahrten, wodurch es seinen Anteil am Aufbau des Kaiserreiches des Mittelalters hatte. – Nach der Auflösung des weströmischen Reiches zeigte sich, daß nicht der Gotenkönig Theoderich und seine Goten dieses Erbe antreten sollten, sondern die Franken unter ihrem König Chlodwig. Im Jahre 481 hatten die Franken, die um 400 noch am Niederrhein siedelten, den 15jährigen Chlodwig aus dem Geschlecht der Merowinger zu ihrem König erklärt. Chlodwig strebte nach dem Besitz Galliens, und ehrgeizig verfolgte er dieses Ziel. 486 besiegte er den letzten römischen Statthalter in Gallien. Paris wurde der Hauptsitz des neuen Reiches. Nach Chlodwigs Tode teilten sich seine vier Söhne in die Regierung des Landes, das Reich nahm noch an Umfang zu. Doch Gleichgültigkeit gegenüber Reich und Volk machte sich in der



Wandernde
Germanen auf
dem Zug nach
Süden

Königsfamilie breit, und so gewann der höchste Beamte im Staate (Hausmeier) an Macht. Seit dem Jahre 687 hatte sich in diesem Amt die Familie der Karolinger durchgesetzt, und sie strebte nach der Bestätigung ihrer Macht. Im Jahre 751 ließ sich der Hausmeier Pippin mit Hilfe des Papstes zum König wählen. (Der letzte Merowinger wurde in ein Kloster geschickt.) Als Gegenleistung übernahm Pippin den Schutz der römischen Kirche, die Verteidigung ihrer Rechte und ihrer Besitzer.

Im Jahre 768 trat Karl der Große (742–814), der Sohn Pippins, seine Herrschaft an. 805 reichte sein Reich vom Atlantik bis nach Böhmen und von Dänemark bis nach Italien und Spanien. 774 übernahm er das italienische Königreich, und damit fielen ihm immer mehr die Rechte eines Kaisers zu. Den Titel verlieh ihm der Papst am Weihnachtstage des Jahres 800. Kaiser Karl war ein gebildeter Mann, der in seinem Alter noch die griechische Sprache erlernte und für Kunst und Wissenschaft stets aufgeschlossen blieb. Er ist eine der großen Herrschergestalten und beeinflusste entscheidend die Entwicklung des christlichen Abendlandes.

Karte zur Völkerwanderung





Zeittafel

- | | | | |
|-------------|--|-----|---|
| 36 | Der Frankenkönig Chlodwig besiegt den letzten römischen Statthalter in Gallien | 774 | Unterwerfung der Langobarden und |
| 407 | Chlodwig I. gründet das Frankenreich | 778 | Unterwerfung der Bayern durch Karl d. Gr. |
| 476 bis 565 | Kaiser Justinian | 782 | Blutbad von Verden (Karl d. Gr. ließ eine große Zahl von sächsischen Geiseln hinrichten, um die Christianisierung von Sachsen zu erzwingen) |
| 533 | Untergang des Vandalenreiches in Afrika | 800 | Krönung König Karls zum römischen Kaiser |
| 529 | Veröffentlichung des Corpus Juris | 804 | Endgültige Unterwerfung der Sachsen |
| 537 | Einweihung der Hagia Sophia (Konstantinopel) | 813 | Karl d. Gr. macht Ludwig den Frommen zum Mitkaiser |
| 552 | Ostgoten müssen nach langen Kämpfen Italien verlassen | | |
| 568 | Untergang des Ostgotenreiches in Italien | | |
| 622 | Langobarden dringen in Italien ein | | |
| 622 | Mohammed flieht von Mekka nach Medina. Beginn der mohammedanischen Zeitrechnung | | |
| 631 | Der arabische Feldherr Tarek zerstört das Westgotenreich in Spanien | | |
| 711 | Karl Martell drängt die Araber nach Spanien zurück | | |
| 751 | Der Hausmeier Pippin setzt den letzten Merowingerkönig ab | | |
| 768 | Karl der Große wird König der Franken und erneuert das römische Kaisertum (*742, †814) | | |
| 772 | Beginn der Sachsenkriege durch Karl d. Gr. | | |



Kaiser Karl
der Große

Das Mittelalter

Entstehung des Deutschen Reiches

Nach dem Tode Ludwigs des Frommen (778–840) sollten seine Söhne eine gemeinsame Herrschaft antreten. Es kam zum Bruderkrieg. Im Vertrag von Verdun, 843, einigten sich schließlich die drei Söhne auf eine Teilung, bei der Ludwig der Deutsche (804–876) das ostfränkische Reich, Karl II. (der Kahle, 823–877) das westfälische Reich und Lothar I. (795–855) Italien mit der Kaiserwürde und das Gebiet zwischen Rhein, Schelde und Rhone erhielten.

Die Aufteilung des Frankenreiches



Testament Ludwigs d. Fr. (829)



Vertrag von Verdun (843)



Vertrag von Mersen (870)

Lotharingen wurde im Vertrag zu Mersen (870) unter das West- und Ostfrankenreich aufgeteilt. Ludwig dem Deutschen folgte, 876, Karl III. (der Dicke; 839–888), der 881 römischer Kaiser und 884 auch noch König des Westfrankenreichs wurde, 887 setzten ihn die Fürsten Ostfrankens ab und wählten einen neuen ostfränkischen König. Nachdem die ostfränkischen Karolinger ausgestorben waren, wählten die Herzöge Ostfrankens den Frankenherzog Konrad I. zu ihrem König, der vor seinem Tode (918) den sächsischen Herzog Heinrich als Nachfolger bestimmte.

Schon unter Konrad I. hatte sich eine selbständige Entwicklung Deutschlands angebahnt, als sich die Stämme der Franken, Sachsen, Schwaben, Bayern und Thüringer zusammenschlossen. Mit dem Beginn der Königsherrschaft Heinrichs I. (876–936), entstanden zwei Völker: die Franzosen und die Deutschen. Heinrich I. gilt daher als Gründer des Deutschen Reiches.

936 wurde der Sohn Heinrichs I., Otto (912–973), in Aachen zum König gekrönt. Sechszwanzig Jahre später, 962, fand in Rom die Krönung Ottos I. zum „Römischen Kaiser“ statt, der damit das Heilige Römische Reich Deutscher Nation stiftete. Mehr als 800 Jahre blieb die römische Kaiserkrone im Besitz des deutschen Reiches. Durch den Sieg auf dem Lechfelde (955), der den Einfällen der Ungarn endgültig ein Ende setzte, gelangte Otto I., den Zeitgenossen schon den Großen genannt hatten, zu Ansehen in ganz Europa. Otto der Große begann die planmäßige Verteilung von Reichsämtern an Bischöfe. Durch die Unterwerfung mehrerer Aufstände hatte er die Macht der Stammesherzöge gebrochen und stützte sich im wesentlichen auf die von ihm eingesetzten Geistlichen. Otto dem Großen folgte 973 Otto II. in der Herrschaft, zehn Jahre später, 983, kam dessen Sohn Otto III. auf den Thron (dreijährig; er wurde bis zu seiner Mündigkeit von Mutter Theophano, einer byzantinischen Prinzessin, und Großmutter Adelheid vertreten). Nach seinem plötzlichen Tode, 1002, übernahm Heinrich II., ein Urenkel Ottos I., das Reich. Mit seinem Tode starb das Haus der Sachsenkaiser aus, und mit seinem Nachfolger Konrad II. begann das Haus der fränkischen oder salischen Kaiser.

Zweifelloos hatten die Kaiser des Deutschen Reiches die größte Macht im Abendland inne. Neben ihnen herrschten jedoch die Herrscher des Westfrankenreiches, Englands und der Normannenstaaten als unabhängige Könige.

*Kaiser Otto III.
mit seinen
Ratgebern.
Schmuckbild
aus dem
Krönungs-
evangeliar*



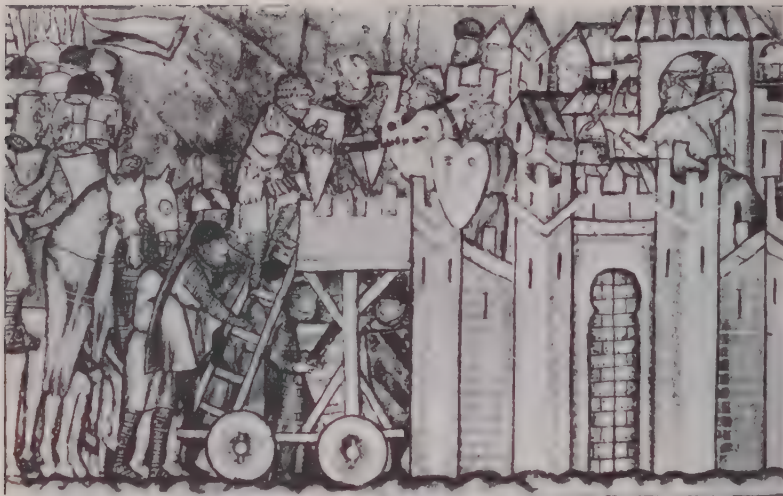
Der Investiturstreit

Am Anfang des 11. Jahrhunderts machten sich innerhalb der Kirche Reformbestrebungen breit, die auf Unabhängigkeit der geistlichen von den weltlichen Gewalten hinielten. Vor allem anderen (es bestanden arge Reformbedürfnisse hinsichtlich der herrschenden kirchlichen Moral) wollten die Reformer die weltlichen Einflüsse bei der Ernennung von Äbten und Bischöfen (Laieninvestitur) und bei der Papstwahl ausschalten.

Nach dem Tode seines Vaters Heinrich III., 1056, wurde Heinrich IV. (1050–1106) König. Für ihn übernahmen zuerst seine Mutter Agnes, später die Erzbischöfe Anno von Köln und Adalbert von Bremen die Regentschaft. Als der junge König sein Amt antrat, galt sein erstes Bemühen der Wiederherstellung der Macht des Königtums, die unter der Regentschaft gelitten hatte. Zur gleichen Zeit konnte das Papsttum seine Macht erweitern. 1075 verbot Papst Gregor VII. König und Adel die Einsetzung von Bischöfen und Äbten in ihr Amt; die Investitur sollte nur noch von Geistlichen vorgenommen werden. Da die Bischöfe Lehnsmannen des Königs waren, traf dieses Verbot Heinrich IV. hart, und er übte trotzdem die „Laieninvestitur“ weiterhin aus. Heinrich hatte jedoch seine Macht gegenüber dem Papst überschätzt, denn als dieser ihn bannte, verließen ihn Fürsten und Bischöfe und beschlossen seine Absetzung, sollte es zu keiner Aussöhnung mit der Kirche kommen. Notgedrungen trat der König im Winter 1077 seinen Bußgang nach Canossa an und erwirkte die Lösung vom Bann. 1080 bannte ihn Gregor erneut, aber nun gelang dem König dessen Absetzung. 1105, ein Jahr vor seinem Tode, wurde Heinrich IV. von seinem Sohne Heinrich V. zur Abdankung gezwungen, der seine Nachfolge antrat. Wie sein Vater hielt Heinrich V. anfänglich am Privileg der Investitur fest, bis das Wormser Konkordat, 1122, dem Investiturstreit ein Ende setzte. (Der Kaiser verzichtete auf die Investitur, belehnte aber die Geistlichen mit weltlichem Besitz.)

Kreuzzüge

Über zwei Jahrhunderte erstreckte sich die Kreuzzugsbewegung, zu der Papst Urban II. im Jahre 1095 auf dem Konzil in Clermont aufgerufen hatte. Abenteuerlust und religiöse Hochstimmung drängten mehr als eine Million abendländischer Ritter zu diesen Fahrten. Ursachen der Kreuzzüge waren der Verfall des Byzantinischen Reiches und die Eroberung Palästinas und Syriens durch türkische Stämme, die den Pilgern den Zugang zu den heiligen Stätten erschwerten. Abgesehen von Teilerfolgen blieben die Kreuzzüge trotz großer Opfer und ungeheurer Menschenverluste ohne politischen Erfolg. Bedeutung erlangten sie jedoch auf wirtschaftlichem und kulturellem Gebiet.



*Gottfried von
Bouillon
erobert
Jerusalem
(1099)*

Die Zeit Friedrich Barbarossas bis zum Ende des Staufferreiches

Dem letzten Salier, Heinrich V. (1106–1125) waren der Welfe Lothar III. von Sachsen (römisch-deutscher Kaiser bis 1137) und der Staufer Konrad III. (deutscher König 1138–1152) in der Herrschaft des deutschen Reiches gefolgt. Erbitterte Feindschaft herrschte zwischen den mächtigsten Fürstengeschlechtern des Reiches, den Welfen und den Staufern. 1152 fiel die Wahl der Fürsten auf Friedrich von Staufen (1120–1190), wegen seines roten Bartes von den Italienern Friedrich Barbarossa (Rotbart) genannt. Durch die Absetzung seines Veters, des Welfen Heinrich der Löwe, konnte Friedrich I. die staufische Hausmacht ausbauen. 1179 war Heinrich der Löwe (1129–1195) wegen Nichtteilnahme an den Zügen des Kaisers nach Italien geächtet worden und hatte seine Herzogtümer Sachsen und Bayern verloren. Barbarossa unternahm insgesamt fünf Italienzüge. Ein blühender Handel hatte die italienischen Städte reich gemacht, und der Kaiser wollte die nach Unabhängigkeit strebenden lombardischen Städte wieder gänzlich der Herrschaft des Reiches unterwerfen. 1176 besiegten die lombardischen Städte Kaiser Friedrich I. in der Schlacht bei Legnano, wodurch die Wiederherstellung der Kaisermacht in Ober- und Mittelitalien mißlang.



Kaiser Friedrich II.



*Das Reich Friedrichs II.
um 1250*

Auf Barbarossa, der auf dem 3. Kreuzzug (1190) beim Baden ertrunken war, folgte sein Sohn Heinrich (1165–1197). Heinrich VI. gelang 1194 die Eroberung des normannischen Königreiches Sizilien, mit dessen Erbtöchter Konstanze er verheiratet war. Nach seinem Tode brach ein blutiger Thronstreit aus. Ein König und ein Gegenkönig wurden gewählt (Philipp von Schwaben, ermordet 1208, und Otto IV. von Braunschweig, römisch-deutscher Kaiser bis zu seinem Tode 1218).

Papst Innozenz III. verhalf im Jahre 1212 dem Sohn Heinrichs IV. (1194–1250) zur Macht und ließ ihn als Gegenkönig zu Otto IV. aufstellen. Friedrich II. hatte Innozenz versprochen, Unteritalien, als päpstliches Lehen, niemals mit dem Reiche zu vereinigen. Der Papst mußte sich jedoch damit abfinden, daß Friedrich II. seine Herrschaft über das Kaiserreich mit der über Sizilien vereinigte. Sein Interesse gegenüber Sizilien stand sogar im Vordergrund. Während er auf Sizilien einen straff zentralisierten Beamtenstaat schuf, überließ er im deutschen Reich kaiserliche Hoheitsrechte den Fürsten und setzte dort zuerst seinen Sohn Heinrich (1220) und, als dieser sich gegen ihn erhob, seinen Sohn Konrad (1237) als Regenten ein. Als er 1250 starb, lag er im Krieg mit dem Papst um Unteritalien. Bis zu seinem Tode, 1254, führte Konrad IV. den Kampf um Sizilien fort. 1267 zog der letzte Staufer, Konradin (geb. 1252), der Sohn Konrads IV., nach Italien, um Sizilien dem Stauferreich zu erhalten, das der Papst dem französischen Grafen Karl von Anjou als Lehen übergeben hatte. 1268 besiegte Karl von Anjou Konradin und ließ ihn hinrichten. Damit ging nicht nur Sizilien den Staufern endgültig verloren, sondern dies bedeutete auch das Ende der deutschen Kaiserherrschaft in Italien.

Im Deutschen Reich hatte unterdessen das Interregnum (= Zeit ohne effektive Königsgewalt) begonnen (bis 1273). Auch der Papst stand fortan nicht mehr an der Spitze des Abendlandes. Europa zerfiel in Nationalstaaten.

*Das wuchtige
Kastell im Hafen
von Neapel
als Zwingburg
um 1278 von
Karl von Anjou
erbaut)*



Entwicklung der europäischen Staaten

Mit der Wahl Rudolfs von Habsburg (1218–1291) zum deutschen König ging 1273 die kaiserlose Zeit in Deutschland zu Ende. Tatkräftig setzte er sich für die Wiederherstellung von Frieden und Recht ein. (Beide hatten während des Interregnums sehr gelitten.) Mit Siegen über Ottokar II. von Böhmen (1276 und 1278), den er zum Verzicht auf die Herzogtümer Österreich, Steiermark und Kärnten zwang, gelang es Rudolf I., die habsburgische Hausmacht erheblich zu vermehren. – Um die Frage zu lösen, wie der deutsche König gewählt werden sollte und wie der Einfluß des Papstes bei der Königswahl ausgeschaltet werden könnte, entschloß sich 1356 König Karl IV., folgende Regelung in einem Reichsgesetz, der „Goldenen Bulle“, festzulegen: Den sieben Kurfürsten von Mainz, Trier, Köln, Böhmen, Pfalz, Sachsen und Brandenburg wird das Recht zur Königswahl bestätigt. (Frankfurt wird Ort der Königswahl.)

Der erste von einer Monarchie gelöste Staat Europas war die Schweiz. 1291 hatten sich Schweizer Kantone in einem „Ewigen Bündnis“ gegen Habsburg zusammengeschlossen.

Von großer Bedeutung für die Entwicklung des englischen Staates und entscheidende Grundlage für die so frühe Entwicklung des englischen Parlamentarismus war die Magna Charta. Im Jahre 1215 mußte König Johann von England die Magna Charta (Großer Freiheitsbrief) erlassen, in der das Rechtswesen neu geordnet wurde. Von nun an hatte sich sogar der König dem allge-

meingültigen Recht unterzuordnen. Weiterhin garantierte sie die Freiheit der englischen Kirche und schützte die Rechte der Barone, Bürger und Bauern vor königlichen Übergriffen. Das Land, von dem die meisten geistigen Strömungen des hohen Mittelalters ausgingen, war Frankreich. Annähernd siebzig Jahre (1309–1376) befanden sich die Päpste in Frankreich in „babylonischer Gefangenschaft“, d. h. hatten sie ihren Sitz in Avignon. – Im Jahre 1339 beanspruchte König Eduard III. von England den französischen Thron und begann den „Hundertjährigen Krieg“ gegen Frankreich. Während dieses Krieges fühlte sich ein lothringisches Bauernmädchen mit Namen Jeanne d’Arc durch himmlische Stimmen zur Befreiung ihres Vaterlandes aufgerufen, und tatsächlich gelang ihr u. a. die Befreiung von Orleans. 1431 wurde die „Jungfrau von Orleans“ den Engländern übergeben und von diesen als Hexe verbrannt. 1453 endete der „Hundertjährige Krieg“. Die Engländer hatten außer Calais alle französischen Besitzungen verloren.

Zeittafel

856	Normannen (Dänen, Schweden und Norweger) erobern England	1187	Rückeroberung Jerusalems durch Sultan Saladin	
843	Teilung des karolingischen Reiches unter den Söhnen Ludwigs des Frommen im Vertrag von Verdun	1190	Friedrich I. (Barbarossa) ertrinkt auf dem dritten Kreuzzug	
862	Normannen setzen sich in Rußland fest	1204	Kreuzritter erobern Konstantinopel	
870	Aufteilung Lotharingens unter West- und Ostfrankenreich	1212	Friedrich II. wird Gegenkönig zu Otto IV. (Welfe)	
911	Die Normannen besetzen das Land um die Seine-Mündung (Normandie)	1215	König Johann erläßt auf Druck der englischen Barone die „Magna Charta“	
919	Heinrich I. wird deutscher König. Er gilt als Gründer des Deutschen Reiches	1220 und 1232	Anerkennung der Landeshoheiten der Fürsten durch Friedrich II.	
936	Kronung Otto I. zum König (Aachen)	1241	Mongolen zerstören Budapest und Breslau und schlagen bei Liegnitz ein deutsch-polnisches Heer	
955	Otto der Große schlägt die Ungarn in der Schlacht auf dem Lechfeld	1268	Hinrichtung des letzten Staufers, Konradin, durch Karl von Anjou	
962	Otto I. wird zum ersten Kaiser des Heiligen Römischen Reiches deutscher Nation gekrönt	1273	Rudolf I. aus dem Hause Habsburg wird zum deutschen König gewählt (Ende des Interregnums)	
982	Kaiser Otto II. wird in Süditalien von den Sarazenen geschlagen	1291	Bündnis der schweizer Kantone Schwyz, Uri und Unterwalden gegen die Oberherrschaft der Habsburger	
1066	Die Normannen erobern England (Schlacht bei Hastings) unter Wilhelm, Herzog der Normandie, der durch diesen Sieg den englischen Thron gewinnt		Die Türken besetzen Akkon, den letzten christlichen Stützpunkt im Heiligen Land	
1077	Heinrich IV. in Canossa bei Papst Gregor VII.	1328	Moskau wird unter Iwan I. Hauptstadt Rußlands	
1095	Aufruf Papst Urbans II. in Clermont zum Kreuzzug	1348	Gründung der ersten deutschen Universität in Prag (durch Karl IV.)	
1096	Erster Kreuzzug zur Eroberung Jerusalems	1356	Regelung für die Wahl des deutschen Königs in der Goldenen Bulle (Königswahl wird durch sieben Kurfürsten ausgeübt)	
1099	Die Kreuzritter erobern Jerusalem	1339 bis 1453	Kampf zwischen Engländern und Franzosen um die französische Vorherrschaft („Hundertjähriger Krieg“)	
1122	Wormser Konkordat (Ende des Investiturstreites)	1378	Vatikan wird Residenz der Päpste	
1150	Heinrich der Löwe gründet die Stadt Braunschweig	1429	Befreiung Orleans durch Jeanne d'Arc	
1152	Beginn der Kaiserherrschaft Friedrich Barbarossas		Die sieben Kreuzzüge:	
1156	Reichstag in Regensburg		1. 1096–99	5. 1228–29
	Heinrich der Löwe erhält Bayern		2. 1147–49	6. 1248–54
1158	Heinrich der Löwe gründet München		3. 1189–92	7. 1270
1176	Friedrich I. (Barbarossa) verliert die Schlacht bei Legnano gegen die lombardischen Städte in Oberitalien		4. 1202–04	
1179	Ächtung Heinrichs des Löwen			

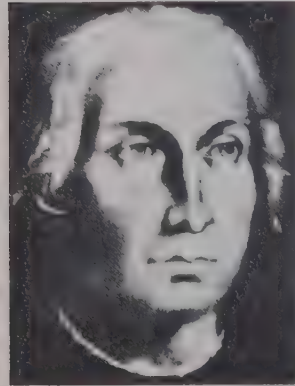
Beginn der Neuzeit

Seefahrer entdecken Neuland

1295 kehrte der venezianische Reisende Marco Polo von einer Asienreise zurück, zu der er 1271 aufgebrochen war. Seine Reiseberichte vermittelten die ersten genauen Vorstellungen vom Fernen Osten. Vor allem seine Beschreibungen von den Schätzen des Ostens blieben nicht ohne Wirkung auf das Zeitalter der Entdeckungen.

Mitte des 15. Jahrhunderts wurde in Genua der Entdecker Amerikas, Christoph Kolumbus, geboren. Nachdem er vergeblich versucht hatte, die Portugiesen für seinen Plan zu gewinnen, Indien auf dem westlichen Seeweg zu erreichen, gelang es ihm um 1485, Königin Isabella von Spanien für dieses Unternehmen zu interessieren. 1492 suchte er den westlichen Seeweg nach Indien und entdeckte dabei Kuba und Haiti. Nach weiteren Reisen fiel er später in Ungnade und starb 1506, ohne jemals die Bedeutung seiner Entdeckung erfaßt zu haben. Amerika erhielt seinen Namen nach dem italienischen Seefahrer Amerigo Vespucci, der in spanischen und portugiesischen Aufträgen mehrere Fahrten dorthin unternommen hatte.

Während Kolumbus seine Fahrten nach Amerika machte, drangen die Portugiesen an der Küste Afrikas vor. 1497/98 fand Vasco da Gama den Seeweg um das Kap der Guten Hoffnung nach Ostindien.



Christoph Kolumbus (1447–1506)



Mittelalterliche Karavelle



Fernando Magellan
(Magalhães) (1480–1521)

Unten: Karte der wichtigsten Entdeckungsfahrten



Im Zuge der Neuentdeckungen begann 1519 der portugiesische Seefahrer Magellan die erste Erdumsegelung. Er fiel auf den Philippinen im Kampf gegen Eingeborene, aber eines seiner Schiffe konnte die Erdumsegelung fortsetzen und kehrte 1522 zurück.

Folgen der Entdeckungsfahrten waren Entdeckungs- und Eroberungszüge in den neu erschlossenen Gebieten. Zu den abenteuerfreudigen Seefahrern gehörte Hernando Cortez (1485–1547). 1519 brach der Spanier von Kuba auf, um Mexiko und das Aztekenreich zu erobern. Nach erbitterten Kämpfen gelang ihm 1521 die Unterwerfung Mexikos und des ganzen Aztekenreiches: er wurde von Karl V. zum Statthalter von „Neuspanien“ ernannt. Kurze Zeit später, von 1531 an, begann der Spanier Francisco Pizarro (geb. um 1475, ermordet 1541) die Eroberung des Inkareiches in Peru.

Unterdrückung und Gewalttätigkeiten der herrschenden Spanier gegenüber den unterworfenen Eingeborenen blieben nicht aus. Auf die drängende Bitte des Bischofs Las Casas um menschenwürdige Behandlung der Indianer erließ 1542 Karl V. die „Neuen Gesetze“ zur besseren Behandlung der Indianer, in denen er sie zu freien, gleichberechtigten Untertanen erklärte. Doch bereits nach drei Jahren wurden diese Gesetze wieder aufgehoben. Die Indianer wurden den Weißen als Hilfskräfte zugeteilt und mußten harte Arbeit für den Aufbau der spanischen Kolonien leisten. Bald darauf begannen die Europäer auch mit dem Negersklavenhandel.



Kaiser Karl V.



Jakob Fugger (der Reiche)



König Franz I. von Frankreich

Das deutsche Reich zur Zeit Karls V.

Im Jahre 1519 wurde Karl V. (1500–1558) gegen Franz I. von Frankreich zum deutschen Kaiser gewählt. 1506 hatte er von seinem Vater, Philipp dem Schönen, Burgund und die Niederlande geerbt, 1516 von seinem Großvater, Ferdinand II. dem Katholischen, Spanien. Wahlhilfe hatte Karl von der Augsburger Familie der Fugger erhalten. Die Fugger galten als Besitzer des größten europäischen Bankhauses dieser Zeit. Jakob Fugger besaß ein Kupfermonopol in Europa, nachdem er die Bergwerke in Spanien, Tirol, Kärnten und Ungarn erworben hatte.

Karls Außenpolitik bestimmte der Gegensatz zu Frankreich. Es kam zu insgesamt vier Kriegen. Im ersten Krieg (1521–1526) wurde Franz I. von Frankreich in Pavia (1526) gefangengenommen. Es folgten drei weitere Kriege (zweiter: 1526–29, dritter: 1536–38, vierter: 1542–44), an deren Ende Frankreich im Frieden von Crépy (1544) Karls Herrschaft in Italien und den Niederlanden anerkannte. Weniger Glück hatte Karl V. im Kampf gegen die Türken, die 1526 Ungarn erobert hatten und 1529 Wien belagerten. Während der Regierungszeit Karls wurden Mexiko und Peru erobert, wodurch das spanische Kolonialreich in Mittel- und Südamerika gegründet wurde.

Außenpolitische Aufgaben hinderten Karl V. lange, sich den durch die beginnende Reformation wachsenden innenpolitischen Problemen zu widmen. Enttäuscht, daß es ihm nicht gelungen war, die Einigkeit im Christenglauben zu erhalten, legte Karl V. 1556 die Kaiserkrone nieder und überließ seine Erblande Spanien seinem Sohn Philipp II. (1527–1598).

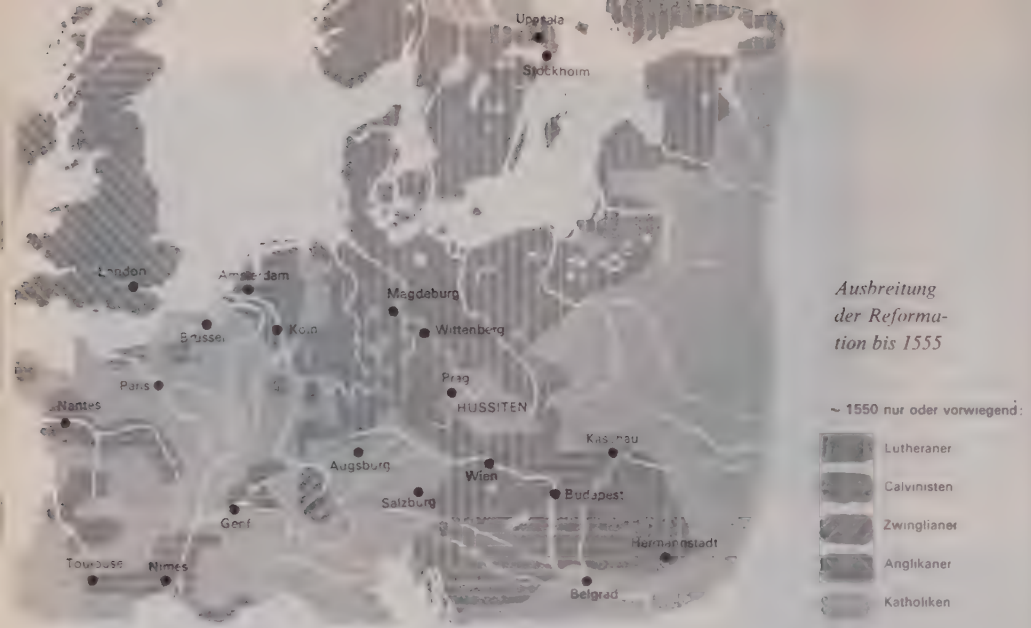
Die deutschen
Reformatoren
(von links nach
rechts):
Martin Luther,
Kurfürst
Friedrich von
Sachsen,
Ulrich Zwingli,
Melanchthon
(eigentlich
Philipp
Schwarzerz)



Die Reformation und ihre Folgen

Sehr viele Menschen gerieten zu Beginn des 15. Jahrhunderts in einen immer heftigeren Gegensatz zur Kirche. Einer der bekanntesten früheren Reformatoren, die nach einer Neuordnung innerhalb der Kirche verlangten, war der Tscheche Johannes Hus. Hus hatte sich die Lehren des englischen Theologieprofessors John Wiclif zu eigen gemacht, der die Hierarchie (= Rangordnung katholischer Würdenträger), den Zölibat, den Ablass und die Abendmahlslehre verwarf, und vertrat diese Gedanken in seinen Predigten. Auf einem Konzil zu Konstanz (1414–1418) sollte die Einheit der Kirche wiederhergestellt werden. Doch wurde vergeblich versucht, die Kirche zu reformieren. Hus wurde in Konstanz als Ketzer verbrannt. Ein Jahrhundert später, 1517, protestierte ein katholischer Mönch namens Martin Luther (1483–1546), Theologieprofessor an der Universität Wittenberg, in 95 Thesen, die er an der Tür der Schloßkirche zu Wittenberg befestigte, gegen den Ablasshandel (= Nachlaß zeitlich begrenzter Strafen, die nach erfolgter Sündenvergebung hier oder im Jenseits noch abzubüßen wären). Luther hatte ein Streitgespräch entfacht, hatte den Mißbrauch, den viele Priester mit ihrer geistlichen Würde trieben, verurteilen, aber nicht Kirche und Papst angreifen wollen. Verwundert zeigte er sich über die schnelle Verbreitung seiner Thesen. 1445 hatte der Mainzer Johannes Gutenberg die Buchdruckerkunst erfunden. Mit Hilfe dieser Erfindung, mit unschätzbarer Bedeutung für die Weiterentwicklung der menschlichen Kultur, konnte die Übersetzung von Luthers Thesen im Druck verbreitet und so einer Vielzahl von Menschen zugänglich gemacht werden. 1519, in einem Streitgespräch mit dem berühmten Professor Eck in Leipzig, mußte Luther den entscheidenden Gegensatz zwischen seiner Auffassung und der Lehre der Kirche erkennen (Ablehnung des päpstlichen Primats und des Dogmas von der Irrtumslosigkeit der Konzile). Diesen Angriff gegen die Autorität der römischen Kirche beantwortete der Papst mit der Androhung des Bannes. Vor den Toren der Stadt Wittenberg verbrannte Luther (1520) die päpstliche Bannbulle. 1521, auf dem Reichstag zu Worms, auf dem Luther seine Lehre verteidigte, folgten Bann und Reichsacht. Als „Junker Jörg“ begann er, unter dem Schutze des sächsischen Kurfürsten stehend, die Übersetzung der Heiligen Schrift in die deutsche Sprache. Viele deutsche Fürsten bekannten sich zur Reformation und nahmen den protestantischen Glauben an. Zwischen den Protestanten und den „Kaiserlichen“ kam es zum Religionskrieg, bei dem allerdings das Machtstreben und die Frage nach persönlicher Bereicherung keine geringere Rolle spielten als die Frage nach der Religion. Im Augsburger Religionsfrieden, 1555, gelang es endlich den Reichsständen (geistliche und weltliche Fürsten, Reichsstädte), eine Einigung herbeizuführen:

1. Freie Wahl zwischen der protestantischen und der katholischen Religion;
2. Der Regierende bestimmt die Religionszugehörigkeit. Widerstrebende dürfen auswandern;
3. Protestantische Reichsstände behalten eingezogene Kirchengüter.



Selbstverständlich breitete sich die Lehre der Reformation weit über die Grenzen Deutschlands aus, doch wurde sie nicht überall geduldet. So mußten viele ihrer Anhänger in Frankreich (Hugenotten) aus ihrem Heimatland fliehen. Ein solcher Flüchtling, Johannes Calvin, entwarf für die Stadt Genf eine Kirchenordnung. U. a. bekannten sich zu seiner Lehre 1566 die Holländer (Calvinismus lehrt bedingungslose Vorherbestimmung zum Guten oder Bösen. Die Bibel gilt als einzige Quelle der christlichen Wahrheit).

Eine Folge, die Martin Luther mit der Verkündigung seines Evangeliums keineswegs beabsichtigt hatte, war der Bauernaufstand 1525. Mit allen ihren Forderungen nach größeren Rechten beriefen sich die Bauern auf die Heilige Schrift. Ihr Aufbegehren blieb jedoch erfolglos. Fürstlichen Ritterheeren gelang es bald, die Aufstände der Bauern blutig niederzuschlagen.

Während Luther in Deutschland sich mit seiner Lehre gegen die päpstliche Autorität stellte, gründete der spanische Edelmann und Geistliche Ignatius von Loyola (1491–1556) in Paris den Jesuiten-



Auführerische Bauern bedrängen einen Ritter (zeitgenössischer Holzschnitt)

orden. Ohne Vorbehalte stellten sich die Jesuiten unter die Autorität des Papstes. Sie wurden zur Schutztruppe der katholischen Kirche. Sie erhielten eine Ausbildung, die sie als Streiter Christi auf den Dienst in der Welt vorbereitete.

Eine neue Grundlage erhielt die katholische Kirche auf ihren Konzilen von Trient, die von 1545 bis 1564 dauerten. Nicht nur die katholische Lehre wurde dort neu durchdacht, sondern auch die Machtstellung des Papsttums neu gestärkt.

Zeittafel

1295	Rückkehr Marco Polos von einer umfangreichen Asienreise		
1414 bis 1418	Konzil zu Konstanz		
um 1450	Erfindung des Buchdrucks mit beweglichen Lettern durch Johannes Gutenberg in Mainz	1524	Beginn des Bauernkrieges
1492	Kolumbus entdeckt Haiti und Kuba auf der Suche nach dem Seeweg nach Indien. In diesem Jahr stellt Martin Behaim in Nürnberg den ersten Erdglobus her	1525	Die Fürsten besiegen bei Mühlhausen die Bauernheere (Bauernaufstände in Schwaben, Franken, Tirol, Salzburg und im Elsaß)
	Christen erobern Granada. Hunderttausende von Juden werden vertrieben		Die Fugger bekamen Monopol im Erzgroßhandel gewährt
1493	Kolumbus entdeckt auf seiner zweiten Seereise unter anderem Jamaika und Porto Rico. Durch Schiedsspruch des Papstes Alexander VI. wird die neue Welt zwischen Spanien und Portugal aufgeteilt		Sieg Karls V. über Franz I. von Frankreich bei Pavia
1495	Auf dem Reichstag zu Worms wird der „Ewige Landfriede“ verkündet (Fehdeverbot)		Vier Kriege gegen Frankreich:
1498	Kolumbus betritt auf seiner dritten Seereise das südamerikanische Festland		1. 1521–1526
	Vasco da Gama entdeckt den Seeweg nach Ostindien um Afrika		2. 1526–1529
um 1498	Fahrten des Amerigo Vespucci zum südamerikanischen Festland		3. 1536–1538
1500	Erste regelmäßige Postverbindung Brüssel–Wien		4. 1542–1544
1509	Jakob Fugger aus Augsburg unterstützt Kaiser Maximilian I. mit 170 000 Dukaten im Krieg gegen Venedig	1526	Türken erobern Ungarn
1512	Kopernikus vermutet, daß sich die Erde um die Sonne dreht	1529	Türken vor Wien
1516	Karl V. wird König von Spanien, Neapel, Sizilien und den Niederlanden (deutscher Kaiser ab 1519)	1530	Die evangelischen Fürsten gründen den „Schmalkaldischen Bund“ gegen den Kaiser
1517	Luthers Ablaßstreit mit Tetzl	1533	Der Spanier Pizarro erobert Peru und zerstört das Inkareich
	Anschlag der 95 Thesen an die Tür der Schloßkirche zu Wittenberg	1534	Ignatius von Loyola gründet die „Societas Jesus“ (er wird 1541 erster General der „Jesuiten“)
	Beginn der Reformation	1540	Bestätigung des Jesuitenordens durch Papst Paul III.
	Erste Erdumsegelung (Magallanes)	1541	Spanier erobern und zerstören das Maya-Reich in Mittelamerika
1519	Streitgespräch (Leipzig) zwischen Martin Luther und Professor Eck		Französische Siedler lassen sich in Kanada am St.-Lorenz-Strom nieder
	Wahl Kaiser Karls V. Die Wahl wird mit Geldern der Fugger finanziert	1542	Calvin entwirft Kirchenordnung für Genf
	Einrichtung der „Fuggerei“ in Augsburg (Wohnungen für Arme)		„Neue Gesetze“ zur besseren Behandlung der Indianer (erlassen durch Karl V.)
1519 bis 1521	Eroberung des Aztekenreichs durch Hernando Cortez	1544	Gründung der Albertus-Universität in Königsberg durch Albrecht von Preußen
1521	Hernando Cortez wird nach Vernichtung der Azteken Statthalter in Mexiko	1545 bis 1563	Konzile von Trient
		1555	Augsburger Religionsfriede. Er gewährt den Fürsten, nicht den Untertanen, Religionsfreiheit. Calvinisten werden darin nicht aufgenommen
		1556	Karl V. legt die Kaiserkrone nieder
		1560	Schotten nehmen das reformierte Bekenntnis an
		1562	Beginn der Hugenottenkriege in Frankreich
		1565	Erhebung der Niederlande unter Wilhelm von Oranien gegen die spanische Krone
		1566	Holland bekennt sich zur Lehre Calvins
		1567	Gründung der Londoner Börse

Die Glaubenskriege

Auf die Einwirkung Philipps II. von Spanien (1527–1598) ist es größtenteils zurückzuführen, daß Spanien vom Glaubensstreit des übrigen Europas fast gänzlich unberührt blieb. Dieser fühlte sich als Schutzherr des katholischen Glaubens dazu berufen, die Sache der katholischen Kirche siegreich zu verteidigen, und sei es mit Waffengewalt. So wurde er zur beherrschenden Gestalt der Gegenreformation. „Katholischer als der Papst“, duldete und stützte er die Inquisition (= Untersuchung), ein Prozeßverfahren, das unerbittlich streng der Verurteilung von Ketzern und Irrlehren diene. Das religiöse Moment jedoch, das Philipp II. zu Kriegen mit England und den Niederlanden und zur Unterstützung der katholischen Partei in Frankreich veranlaßte, deckte sich durchaus mit einem nationalstaatlichen Moment. So deckten sich Bekenntnispolitik und spanische Macht- und Interessenpolitik. Deutlich zeigt dies das Beispiel der Niederlande, das zu den reichsten Kronländern Philipps II. gehörte, in dem aber im Gegensatz zu Spanien die Städte und Stände auf ihre Selbständigkeit pochten. Weder die „Ketzeri“ noch die Eigenständigkeit der Stände wollte der spanische König länger dulden, und er ließ zu, daß die Inquisitoren mit grausamster Härte gegen die Calvinisten voringen. Das hatte einen Aufruhr der Calvinisten zufolge, in dessen Verlauf sie in einem wilden „Bildersturm“ (1567) den Innenschmuck vieler katholischer Kirchen zerstörten. Mit blutiger Strenge antwortete darauf der Feldherr Philipps II., Herzog Alba, Statthalter der Niederlande von 1567–1573. Daraufhin begannen die Niederlande unter Führung von Wilhelm von Oranien einen erbitterten Freiheitskampf (1568), der viele Jahrzehnte tobte, an dessen Ende aber die Freiheit der nördlichen Provinzen stand.

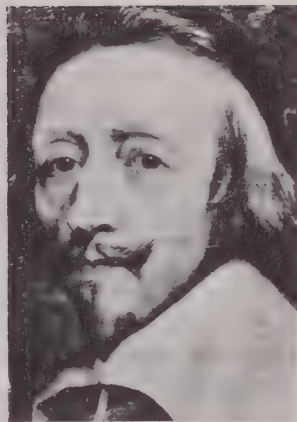
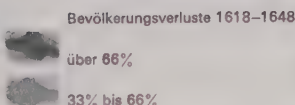
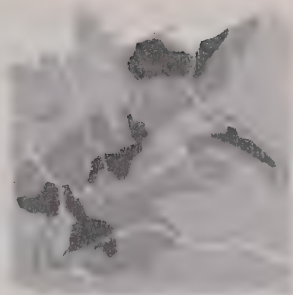
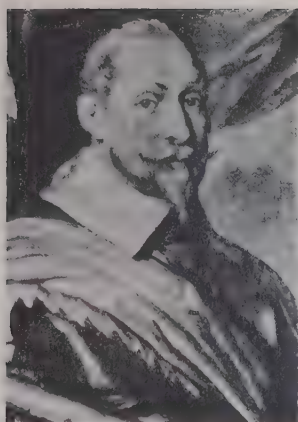
Beinahe 30 Jahre standen sich in Frankreich die beiden Parteien der Katholiken und Protestanten, der Hugenotten (Eidgenossen), in einem Bürgerkrieg gegenüber. Auslösendes Moment war die sogenannte „Bartholomäusnacht“ am 24. August 1572 in Paris. Über 3000 Hugenotten sollen in



„Bilderstürmer“ in Holland (1566)



Albas Strafgericht in Haarlem (1572)



Oben links: König Gustav II. Adolf von Schweden (1594–1632), rechts: Kardinal Richelieu (1585–1642)

dieser Nacht im Schlaf überfallen und erschlagen worden sein. Beide Parteien erhielten Unterstützung aus dem Ausland: die Hugenotten aus dem protestantischen England, die Katholiken aus Spanien. Um den Kampf zu entscheiden, schickte Philipp seine Flotte, die Spanische Armada, gegen England. Die Engländer jedoch bereiteten der Armada eine vernichtende Niederlage. 1593 kam es zu einem vorläufigen Ende der Hugenottenkriege. Heinrich von Navarra, Führer der Hugenotten, bot seinen Rücktritt zum katholischen Glauben an, die Katholiken erklärten sich dafür bereit, ihn als König anzuerkennen. Durch das Edikt von Nantes (1598) garantierte der neue König Heinrich IV. die Religionsfreiheit.

Auch in Deutschland wütete 30 Jahre ein schrecklicher „Glaubenskrieg“, an dessen Ende ein verwüstetes, ausgeplündertes Land stand (1618–1648). Nach Schätzungen soll in diesen grausamen Fehden von 18 Millionen Menschen mehr als ein Drittel ums Leben gekommen sein. Aufgebracht darüber, daß Kaiser Ferdinand II. nicht bereit war, ihnen Duldung zu gewähren, waren böhmische Edelleute 1618 ins Prager Schloß eingedrungen und hatten die beiden Statthalter zum Fenster hinausgeworfen. (Glücklicherweise verhütete ein Misthaufen für die beiden

Deutschland nach dem 30jährigen Krieg



Unglücklichen Schlimmeres.) Diese Tat war der Anfang des Krieges. 1620 wurden die Aufständischen in der Schlacht am Weißen Berge bei Prag geschlagen. 1630 griffen die Schweden unter ihrem König Gustav Adolf in den Kampf ein, um den protestantischen Mächten in Deutschland gegen den Kaiser zu helfen. Gustav Adolf zog siegreich durch ganz Deutschland, fiel dann aber in der Schlacht bei Lützen (1632). Nun erhielten die Protestanten unerwartete Hilfe aus dem katholischen Frankreich, dessen Politik von Kardinal Richelieu geleitet wurde, dem wichtiger als die Religionsfrage die Sorge vor einem Übergewicht Habsburgs war. Der Krieg wurde zu einem Ringen zwischen Habsburg, Frankreich und Schweden um die Vorherrschaft in Europa. Deutschland war verarmt und verödet. 1644 kam es endlich zu Verhandlungen in Münster und Osnabrück, 1648 wurden sie abgeschlossen. Der Westfälische Friede dehnte den Religionsfrieden auf die Reformierten aus und verlieh den Fürsten Souveränität.

Brandenburg erhielt Hinterpommern und norddeutsche Bistümer, Schweden Vorpommern, Bremen und Verden, Frankreich Besitzungen und Herrschaftsbereiche im Elsaß.

Während in ganz Europa Kriege wüteten, hatte zu Beginn des 17. Jahrhunderts die Naturwissenschaft ihren Siegeslauf angetreten.

Zeittafel

1567	„Bildersturm“ der holländischen Calvinisten in katholischen Kirchen des Landes		Galilei bestätigt durch Beobachtungen mit einem selbstgemachten Fernrohr die neue Himmelslehre
1568	Blutiges Strafgericht des spanischen Statthalters Herzog Alba in den Niederlanden	1618	Aufstand der böhmischen Protestanten (Prager Fenstersturz)
	Niederländer beginnen unter Führung Wilhelms von Oranien ihren Freiheitskampf		Beginn des Dreißigjährigen Krieges
1571	In der Seeschlacht bei Lepanto werden die Türken von italienischen und spanischen Flotten besiegt	1620	Tilly, Feldherr der katholischen Liga, besiegt die protestantische Union am „Weißen Berge“ (6. September). Die puritanischen „Pilgerväter“ landen mit der „Mayflower“ in Nordamerika und gründen die Kolonie Neuengland
1572	(24. August) In Paris werden 2000 protestantische Hugenotten erschlagen (Bartholomäusnacht)		
1581	Die Niederlande sagen sich von Spanien los	1626	Bauernkrieg in Oberösterreich
1582	Der Gregorianische Kalender (Schaltjahre) wird eingeführt	1628	Hugenottenfestung La Rochelle von Richelieu zur Übergabe gezwungen
1588	Die spanische „Armada“ wird von einer englischen Flotte unter Lord Charles Howard und Sir Francis Drake im Kanal geschlagen. Damit beginnt der Untergang der spanischen und der Aufstieg der englischen Weltmacht		Das englische Parlament richtet die „Petition of Right“ an den König
	Heinrich IV. beendet durch seinen Übertritt zum katholischen Glauben den Religionskrieg in Frankreich	1632	König Gustav Adolf von Schweden erobert München und fällt in der Schlacht bei Lützen gegen Wallenstein
1593	Beginn der niederländischen Kolonisation in Ostindien	1635	Schweden und Frankreich verbünden sich gegen den deutschen Kaiser, der von Sachsen und Brandenburg unterstützt wird
1595	Edikt von Nantes (garantierte Religionsfreiheit)	1641	Cromwell organisiert den Bürgerkrieg in England gegen Karl I.
1602	Holländische Kaufleute begründen die Niederländisch-Ostindische Kompanie	1642 bis 1646	Bürgerkrieg in England
1607	Virginia, die erste englische Kolonie in Nordamerika, wird gegründet	1645	Cromwell besiegt mit dem Parlamentsheer die königlichen Truppen
	Negersklaven werden auf den Tabakkulturen eingesetzt	1648	Friede von Münster und Osnabrück (Westfälischer Frieden). Er beendet den Dreißigjährigen Krieg, in den fast alle europäischen Länder verwickelt waren. Er bringt eine Reihe territorialer Veränderungen in Mitteleuropa und die Anerkennung des Augsburger Religionsfriedens. Die deutschen Fürsten treten gleichberechtigt neben den Kaiser. Die Reichsstädte erhalten Sitz und Stimme im Reichstag
1609	Kepler entdeckt, daß sich die Planeten auf einer Ellipsenbahn um die Sonne bewegen		
	400 000 Mauren werden aus Spanien vertrieben		
1610	Ermordung Heinrichs IV.		

Entstehung der modernen Staaten

Der französische Absolutismus

1610 wurde Heinrich IV., König von Frankreich, von einem Fanatiker ermordet. Ihm folgte Ludwig XIII. (1601–1643), auf den Kardinal Richelieu (1585–1642), französischer Minister seit 1624, entscheidenden Einfluß ausübte. Dieser gilt als einer der größten Staatsmänner des absolutistischen Zeitalters (– Absolutismus, Staatsform, in der der Monarch nicht an die Mitwirkung oder gar Zustimmung einer Volks- oder Landesvertretung gebunden ist) und als ein Hauptvertreter der Staatsräson (– Anspruch des Staates, sich im sogenannten „höheren Interesse“ über Moralität und Recht hinwegzusetzen). Richelieu war es, der in Frankreich den Absolutismus im Kampf gegen die Hugenotten und den Adel durchsetzte. – Seit der Ermordung Heinrichs IV. mißtraute die Hugenotten der im Edikt von Nantes festgelegten Zusage, ihre Religion frei ausüben zu dürfen. Sie hatten in Südfrankreich befestigte Stützpunkte inne und waren jederzeit bereit, um ihr Recht mit Waffengewalt zu kämpfen. 1628 gelang es Kardinal Richelieu, die größte Hugenottenfestung, La Rochelle, zur Übergabe zu zwingen. Er hatte diesen „Staat im Staate“ zerstört und gleichzeitig dem König treue Untertanen gewonnen, da ihn fortan religiöse Unterschiede nicht daran hinderten, die Hugenotten mit hohen Ämtern zu betrauen.

Selbstverständlich war der französische Adel nicht gewillt, seine Selbständigkeit zugunsten einer Alleinherrschaft des Königs zu verlieren. Die Adligen waren entschlossen, ihr Recht mit Gewalt durchzusetzen, und stellten an die Spitze ihres Heeres den Herzog von Montmorency. 1633 besiegten die königlichen Truppen die Aufständischen und zerstörten ihre Festungen. Montmorency wurde hingerichtet. Einen zweiten Aufstand des französischen Adels, den Fronde-Aufstand, konnte 1653 der Nachfolger Richelieus, Kardinal Mazarin, niederwerfen. Mazarin (1602–1661) leitete bis zum eigentlichen Regierungsantritt Ludwigs XIV. (1638–1715) im wesentlichen die französische Politik und festigte den Absolutismus in Frankreich. Nach seinem Tode im Jahr 1661 trat Ludwig XIV. seine Regierungszeit an.

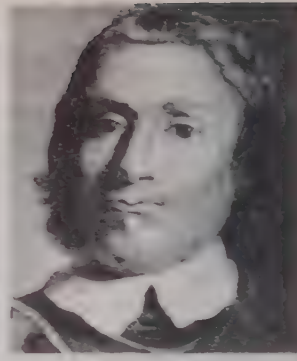


Ludwig XIV., der „Sonnenkönig“, und sein Prunkschloß in Versailles bei Paris

Ludwig XIV., der „Sonnenkönig“ genannt, verhalf Frankreich zur Vormacht in Europa. Er wollte den Staat verkörpern und verstärkte die Lehre vom königlichen Absolutismus. Seinen Anspruch der unteilbaren Souveränität rechtfertigte er durch die Verpflichtung, dem Staatswohl zu dienen. Überspannung seiner Machtpolitik (persönliche Glanzentfaltung, Prachtschloß Versailles und andauernde Kriege) führten allerdings letzten Endes zur völligen Erschöpfung seines Landes.

Die englische Revolution

Seit 1534 hatte England seine eigene, von Rom unabhängige Kirche. Zu dem Bruch mit Rom war es gekommen, weil der Papst sich geweigert hatte, die Ehe Heinrichs VIII. (1491–1547) mit Katharina von Aragon zu scheiden. Anstelle der römischen Kirche war die anglikanische Kirche g



Links: König
Heinrich VIII.
von England
1491–1547
Rechts:
Lordprotektor
Oliver Crom-
well (1599–
1658)

treten, deren Haupt der englische König war. Seine Bischöfe wurden zu seinen wichtigsten Helfern. Unter König Jakob I., der sowohl über England als auch über Schottland herrschte, drohte der anglikanischen Staatskirche Gefahr, da die Calvinisten Schottlands keinen Bischof über sich duldeten. Als Jakob diesen Puritanern (lat. *purus* = rein, die sich von den Befehlen der Bischofskirche reinhalten wollten) den Kampf ansagte, entschlossen sich einige Gemeinden auszuwandern. Am 6. September 1620 stach ihr Schiff, die „Mayflower“ von Holland aus in See, und kurze Zeit darauf erfolgte die Gründung der nordamerikanischen Kolonie Neu-England. Zwar waren die Siedler Untertanen des englischen Königs, aber sie wählten selbst ihre Pfarrer und Beamten und bestimmten über ihre eigenen Gesetze. Aber nicht alle englischen Bürger, die sich dem Willen des Königs widersetzen, konnten und wollten England verlassen, und so wuchsen durch Mißachtung des Parlaments von Seiten des Königs die Spannungen. 1628 richtete das Parlament an König Karl I., Sohn Jakobs I., die „Petition of Right“, in der es alleinige Steuerbewilligung und Rechtssicherheit der Bürger verlangte. Daraufhin begann Karl I. 1629 ohne Parlament zu regieren. Als ihn 1640 eine leere Staatskasse zur Wiedereinberufung des Parlaments zwang, überstürzten sich die Ereignisse, der Bürgerkrieg zwischen den Anhängern des Parlaments und des Königs begann (1641). Unter Führung des Landedelmannes Oliver Cromwell (1599–1658) begannen die Puritaner ihren erbitterten vierjährigen Kampf, der mit der Beseitigung des Königtums endete. 1649 wurde Karl I. in London hingerichtet. Um der Unruhen, die innerhalb der Puritaner um die Neugestaltung der Kirche neu entstanden, Herr zu werden, löste Cromwell das Parlament gewaltsam auf und regierte von 1653 bis 1658 das Land als Alleinherrscher, als „Lord-Protektor“. Ihm verdankte England seine Weltmachtstellung, die er durch Seesiege über Holland und Spanien begründete.



Die Gründung
von Neu-
Amsterdam
(dem heutigen
New York)
durch den
Holländer
Pieter Stuyve-
sant 1614

Nach Cromwells Tod beschlossen der Landadel und die reichen Kaufleute, der Unruhen müde, die Rückkehr zur Monarchie. Doch die erhoffte Ruhe stellte sich nicht ein, die Unruhen wuchsen sogar, als Jakob II. versuchte, Katholiken in die Staatsämter zu berufen. Diesmal kamen die Parlamentsmitglieder einem erneuten Bürgerkrieg zuvor: 1688 riefen sie Wilhelm von Oranien nach England. Jakob II. mußte fliehen.

1689 wurde Wilhelm durch Parlamentsbeschluß englischer König. Zuvor hatte er die in der „Bill of Rights“ festgelegten Rechte des Parlaments anerkannt. Das Parlament setzte sich zusammen aus einem Oberhaus, in dem die Bischöfe und die Vertreter des hohen Adels Sitz und Stimme hatten, und den gewählten Mitgliedern des Unterhauses.

Neugliederungen in Osteuropa

Im Frühjahr des Jahres 1683 überbrachten Kuriere dem Kaiser in Wien die Schreckensnachricht, daß die Türken im Anmarsch auf die Kaiserstadt seien. Mit Hilfe des Polenkaisers Johann Sobieski gelang ein halbes Jahr später die Befreiung der belagerten Stadt, aber der Kampf gegen die Türken hielt bis 1699 an. Der große Gewinner dieses Krieges wurde Österreich. Im Frieden von Karlowitz verloren die Türken Ungarn und Siebenbürgen an Österreich, das als Österreich-Ungarn Großmacht wurde.

Zur gleichen Zeit herrschte in Rußland ein Zar, der entschlossen war, der Abschließung Rußlands gegen das westliche Europa ein Ende zu machen. Peter dem Großen (1672-1725) verbannte Rußland Wirtschaftsreformen und bessere Schulen. Er reformierte Heer und Flotte und gewann nach einem über zwanzig Jahre dauernden Krieg gegen Schweden die Herrschaft über die Ostsee für sein Land.

Europa im 18. Jahrhundert





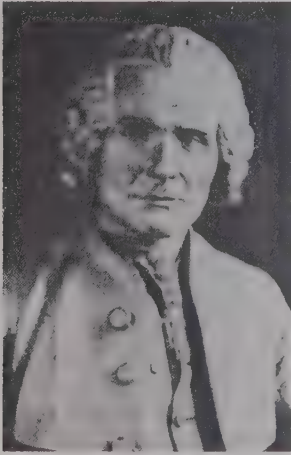
Peter der Große (1672 -1725), Zar von Rußland und die von ihm begründete Residenz St. Petersburg an der Newa (heute Leningrad)

Zeittafel

- | | | | |
|---------------|---|---------------|---|
| 1649 | Hinrichtung Karls I.
England wird zur Republik unter Cromwell.
In Rußland wird die Leibeigenschaft der Bauern gesetzlich verankert | 1686 | Rußland tritt der „Heiligen Liga“ (Habsburg, Polen, Venedig) gegen die Türken bei |
| 1653 bis 1658 | Alleinherrschaft Cromwells | 1689 bis 1725 | Regierungszeit Peters des Großen |
| 1653 | Zusammenbruch des Fronde-Aufstands, letzte Erhebung des französischen Adels gegen den König | 1689 | Zerstörung Heidelbergs und Verwüstung der Pfalz durch französische Truppen |
| 1655 | In Berlin erscheinen regelmäßig Zeitungen | | Wilhelm von Oranien wird englischer König. „Bill of Rights“ werden zum Grundgesetz Englands erhoben (Rechte des Parlaments). Die „Bill of Rights“ wird zur Grundlage der konstitutionellen Monarchie in England |
| 1661 bis 1715 | Regierungszeit Ludwigs XIV. | 1697 | Herzog August der Starke von Sachsen wird zum König von Polen gewählt |
| 1661 bis 1683 | Colbert leitet die französische Finanz- und Wirtschaftspolitik | | Prinz Eugen von Savoyen schlägt bei Zenta das türkische Heer entscheidend |
| 1664 | Größter Teil Frankreichs wird einheitliches Zollgebiet | 1699 | Friede von Karlowitz: Ungarn und Siebenbürgen an Österreich |
| 1671 | Ein Aufstand der Don-Kosaken wird niedergeschlagen | 1700 | Ludwig XIV. erhebt Anspruch auf Spanien |
| 1672 | Überfall einer französischen Armee auf Holland. Prinz Wilhelm von Oranien läßt Deiche öffnen | 1701 bis 1714 | Spanischer Erbfolgekrieg (England, Holland, Deutschland gegen Frankreich) |
| 1675 | Kurfürst Friedrich Wilhelm von Brandenburg besiegt bei Fehrbellin die Schweden und gewinnt Vorpommern | 1707 | Aus der Vereinigung von England und Schottland entsteht Großbritannien |
| 1679 | Das englische Parlament erläßt als Staatsgrundgesetz die Habeas-Corpus-Akte. In ihr wird die persönliche Freiheit jedes Bürgers gegen königliche Willkür garantiert | 1710 | August der Starke gründet in Meißen die Porzellanmanufaktur |
| 1684 | Der „Canal du Midi“ (Kanal des Südens) zur Verbindung zwischen Mittelmeer und Atlantik wird fertiggestellt | 1711 | Ein Aufstand des ungarischen Adels wird von den Österreichern niedergeschlagen |
| 1681 | Ludwig XIV. zwingt die freie Reichsstadt Straßburg zur Unterwerfung | 1712 | Unter Zar Peter I. wird Petersburg Hauptstadt von Rußland |
| 1682 | Der englische Quäker William Penn gründet in Nordamerika die Kolonie Pennsylvanien | 1713 | Im Friede von Utrecht verzichtet der französische König auf die Vereinigung Frankreichs mit Spanien. Frankreich verliert an England: Neufundland, Neuschottland, Hudsonbailänder. Spanien tritt Gibraltar an England ab |
| 1683 | Beginn der Türkenkriege. Belagerung Wiens | 1714 | Friede von Rastatt: Der deutsche Kaiser erkennt die Erwerbung des Elsaß durch Frankreich an |
| 1685 | Aufhebung des Edikts von Nantes
300000 Hugenotten verlassen Frankreich | | |

Die Zeit der Aufklärung

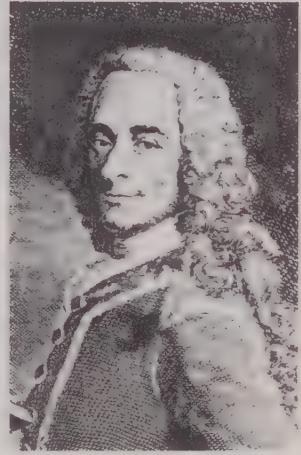
Von dem klassischen Land des Absolutismus ging auch jene Strömung aus, die für das 18. Jahrhundert bestimmend wurde: In Frankreich erwachte zuerst der Geist der Kritik, die Aufklärung begann. Französische Schriftsteller wie z. B. Voltaire und Rousseau als die bekanntesten Vertreter ihres Landes versuchten auf Grund kritischer Vernunft die Grundlagen für eine neue Gesellschaftsordnung zu schaffen. Aber nicht nur in Frankreich stritten Schriftsteller für die Rechte der Menschen. Ihre Gedanken verbreiteten sich in ganz Europa. So wandten sich auch deutsche Philosophen (z. B. Immanuel Kant) gegen die Entmündigung der Menschen durch ihre geistlichen und weltlichen Herren.



Jean Jacques Rousseau



Immanuel Kant



Voltaire

Friedrich der Große

„Streusandbüchse“ hatte man im deutschen Reich das im sandigen Brandenburg gelegene Kurfürstentum der Hohenzollern genannt. 1701 hatte sich Kurfürst Friedrich von Brandenburg zum „König in Preußen“ gekrönt. Diesem preußischen Staat den Rang einer europäischen Macht zu gewinnen, sollte erst seinem Erbfolger Friedrich Wilhelm I. (1688–1740), dem „Soldatenkönig“, gelingen. Seine Schöpfungen waren der preußische Offizier und der preußische Beamte. Ein gewaltig vergrößertes Heer machte er zur Grundlage des preußischen Staates. Die beste Stütze des Staates wurden die Beamten, deren Aufgaben bis in alle Einzelheiten vom König festgelegt wurden. Den Sonderinteressen der adligen Stände war Friedrich Wilhelm begegnet, indem er alle preußischen Territorien als ein Ganzes erklärt (1713) und für alle Verwaltungsangelegenheiten eine oberste Behörde geschaffen hatte: das Generaldirektorium (1723). Große Hoffnungen setzten die „Aufklärer“ in den Sohn Friedrich Wilhelms, Friedrich II. (1712–1786), der nach dem Tode seines Vaters den Thron bestieg (1740). Im Gegensatz zu seinem Vater war Friedrich von humanitären Aufklärungsidealen erfüllt*, die allerdings mit seinem Drang nach großen Taten, Ruhm und Ehre nicht übereinstimmten. Schon kurz nach seinem Regierungsantritt begann er unter dem Vorwand alter Erbansprüche einen Krieg gegen die Kaiserin von Österreich, Maria Theresia (1717–1780). So gewann er durch den 1. Schlesischen Krieg einen Teil Schlesiens und behauptete ihn im 2. Schlesischen Krieg. 1756 entschloß sich Friedrich auf Grund der gewaltigen Übermacht, die ihm durch die Bündnisse von Rußland, Österreich, Frankreich und Sachsen gegenüberstand, zu einem Präventiv-Krieg (= vorbeugender Angriffskrieg), der zum Siebenjährigen Krieg führte.

* Gleich zu Beginn seines Regierungsantritts verkündete er Glaubens- und Gewissensfreiheit.

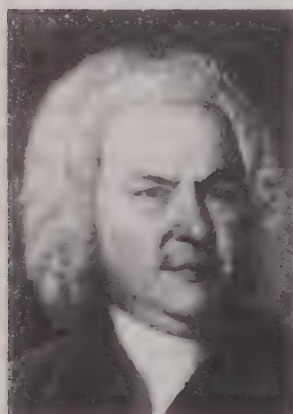


*König Friedrich II. von Preußen,
der „Alte Fritz“ (1712–1786)
Kaiserin Maria Theresia von
Österreich (1717–1780)*

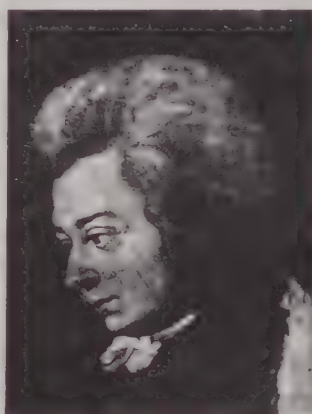
Diese gegen ihn gerichtete Übermacht war durch einen Neutralitätsvertrag mit England entstanden, das damals in weltweitem Konflikt mit Frankreich lag. Machtstreben ließ Friedrich den Großen sich auch an der ersten polnischen Teilung bereichern (1772). Auch ohne nur den Schein von Recht war es zu dieser Teilung gekommen, an der sich Rußland, Österreich und Preußen beteiligt hatten.

Trotz alledem verhalten ihm auch oder gerade seine Leistungen in Friedenszeiten zu seinem hohen Ansehen. So ließ er mehrere Kanäle bauen und förderte die Wirtschaft seines Landes erheblich. Stets galt seine besondere Sorge einer gerechten Rechtsprechung und einer besseren Ausbildung seiner Bürger.

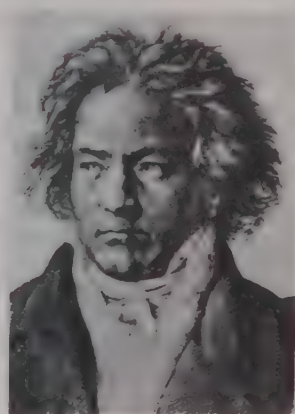
Das 18. Jahrhundert ist eine Blütezeit der abendländischen Musik. Johann Sebastian Bach (1685–1750) schuf seine berühmten Orgel- und Choralwerke, Georg Friedrich Händel (1685–1759) seine dramatischen Opern und Oratorien. Joseph Haydn (1732–1809) komponierte über hundert Sinfonien und viele andere Orchesterwerke. Wolfgang Amadeus Mozart (1756–1791) schrieb unter vielem anderem seine berühmten Opern und Ludwig van Beethoven ein ebenso gewaltiges wie umfangreiches musikalisches Werk (Fidelio, IX. Sinfonie).



Johann Sebastian Bach



Wolfgang Amadeus Mozart



Ludwig van Beethoven

Beginn
des Aufstandes
gegen die eng-
lische Krone:
Junge ameri-
kanische
Siedler werfen
die Teeladung
eines englischen
Schiffes
über Bord
(1773)



Der amerikanische Unabhängigkeitskampf

Die große Entfernung zum Mutterland Europa hatte die amerikanischen Kolonisten ihrer Heimat entfremdet. So war es auch nicht erstaunlich, daß aus einem Kampf um ein Zollgesetz (1773 hatten amerikanische Kolonisten eine Schiffsladung ostindischen Tee über Bord geworfen, um damit gegen einen vom englischen Parlament beschlossenen Tee-Zoll zu protestieren) schließlich ein erbitterter Kampf um ein großes Ziel, nämlich um die Unabhängigkeit, wurde.

1776 stellten sich die Kolonisten unter Führung von George Washington der englischen Besatzungsarmee zum Kampf. Europäische Offiziere eilten den Siedlern als Freiwillige zu Hilfe, so aus Frankreich der Marquis de Lafayette, aus Preußen der Oberst von Steuben und aus Polen Graf Kasimir Pulaski. 1783 gaben die Engländer auf: Sie erkannten die Unabhängigkeit der 13 vereinigten Staaten von Amerika an.

1788 trat die Verfassung dieser Vereinigten Staaten von Amerika in Kraft, in der die Freiheitsrechte jedes Bürgers dieses Landes verbrieft waren. George Washington wurde der erste Präsident (1789).



Thomas Jefferson legt dem Kongreß die Unabhängigkeitserklärung der Vereinigten Staaten von Amerika vor 1776.

Die Besiedlung Nordamerikas vollzog sich in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts langsam von Ost nach West



Zeittafel

- | | | | |
|---------------|---|------|--|
| 1701 | Kurfürst Friedrich von Brandenburg wurde „König von Preußen“ | 1763 | Der Hubertusburger Friede beendet den Siebenjährigen Krieg. Preußen behält Schlesien. Der Friede zu Paris beendet den Krieg zwischen England und Frankreich. Frankreich verliert Kanada und seine indischen Besitzungen an England |
| 1713 bis 1740 | Regierungszeit Friedrich Wilhelms I. | 1769 | James Watt verbessert wesentlich die Dampfmaschine. Richard Arkwright erfindet die Spinnmaschine. Seine Spinnerei in Nottingham wird die erste moderne Fabrik. Beginn der „industriellen Revolution“ |
| 1717 | Prinz Eugen erobert im erneuten Türkenkrieg Belgrad | 1772 | Erste Teilung Polens zwischen Österreich, Preußen und Rußland |
| 1718 | Franzosen gründen in Nordamerika New Orleans | 1775 | In Nordamerika beginnt der Unabhängigkeitskrieg gegen England |
| 1721 | Durch den Frieden von Nystad erhält Rußland die Ostseeprovinzen und wird damit europäische Großmacht | 1776 | Der Kontinentalkongreß in Nordamerika nimmt die Unabhängigkeitserklärung an und erklärt die Menschenrechte |
| | Robert Walpole wird erster englischer Premierminister | 1778 | Frankreich unterstützt aktiv die Unabhängigkeitsbestrebungen in Nordamerika |
| 1723 | Einführung des preußischen Generaldirektoriums | 1781 | Abschaffung der Leibeigenschaft in Österreich |
| 1727 | Quäker fordern in Amerika die Abschaffung der Sklaverei | | In Nordamerika besiegt Washington mit Hilfe der Franzosen (Lafayette) die Engländer |
| 1732 | Ansiedlung von 17000 Salzburger Emigranten in Ostpreußen | 1783 | England erkennt im Versailler Frieden die Unabhängigkeit der USA an |
| 1740 bis 1786 | Regierungszeit Friedrichs des Großen | | Ballonaufstieg der Brüder Montgolfier in Paris (Heißluft) |
| 1740 bis 1745 | Erster und Zweiter Schlesischer Krieg | 1788 | Inkrafttreten der amerikanischen Verfassung |
| 1742 | England erobert französische Besitzungen in Amerika und Indien | 1789 | George Washington wird erster Präsident der USA |
| 1744 | Erste Baumwollmanufaktur in Berlin | 1794 | Allgemeines Preußisches Landrecht |
| 1747 bis 1753 | Eindeichung der Oder, Trockenlegung des Oderbruchs | | |
| 1754 | In England entsteht das erste Eisenwalzwerk | | |
| 1756 | Friedrich der Große beginnt nach einem Neutralitätsabkommen mit England den Siebenjährigen Krieg mit Österreich, Sachsen und Rußland um Schlesien | | |
| 1757 | Robert Clive besiegt die Bengalen-Fürsten und begründet die englische Herrschaft in Indien | | |
| 1760 | Russen besetzen Berlin | | |
| | Engländer erobern Kanada | | |

Die Französische Revolution

Als selbst Reformen den wirtschaftlichen Ruin Frankreichs nicht mehr aufhalten konnten, sah sich der König gezwungen, die Generalstände, die gewählten Vertreter des Adels (300), des Klerus (300) und der Bauern und Bürger (600), zusammenzurufen (5. Mai 1789). Am 17. Juni erklärten sich die Abgeordneten des Dritten Standes zur Verfassungsgebenden Nationalversammlung und schworen, nicht vor Vollendung einer Verfassung auseinanderzugehen. Einen Monat später stürmte die von Versorgungsnöten geplagte Pariser Bevölkerung das Staatsgefängnis (14. Juli). Der Sturm auf die Bastille setzte das Zeichen für die nun folgenden Ereignisse. In der Nacht zum 4. August verzichteten die privilegierten Stände auf ihre Vorrechte. In den nächsten Tagen erarbeiteten die Abgeordneten eine für alle Staatsbürger gültige Erklärung der Menschen- und Bürgerrechte (Freiheit, Gleichheit, Brüderlichkeit), die zur Grundlage der neuen Verfassung wurde. Die Kirchengüter wurden eingezogen, die Schulen verstaatlicht. Im Juni des Jahres 1791 mißlang ein Fluchtversuch des Königs. Widerstrebend leistete er nun den Eid auf die neue Verfassung, die Frankreich zur konstitutionellen Monarchie machte. Die drohende, von den „Emigranten“ (ausgewanderte Angehörige des Hochadels) erstrebte militärische Einmischung des Auslandes und wachsende innere Schwierigkeiten veranlaßten die Revolutionsregierung im Frühjahr 1792 zu einer Kriegserklärung an Österreich und verhalfen den radikalen Gruppen zu immer größerer Geltung. Im September 1792 schaffte ein ungewählter Nationalkonvent das Königtum ab und erklärte Frankreich zur Republik. Der König wurde wegen landesverräterischer Beziehungen zu den Emigranten zum Tode verurteilt. Am 21. Januar 1793 wurde seine Hinrichtung vollzogen, die den Bruch mit dem übrigen Europa besiegelte. Aber die Republik mußte sich nicht nur gegen äußere Feinde zur Wehr setzen, Widerstände im eigenen Land führten zu blutigem Bürgerkrieg.



Hinrichtung König Ludwigs XVI. durch die Guillotine in Paris 1793

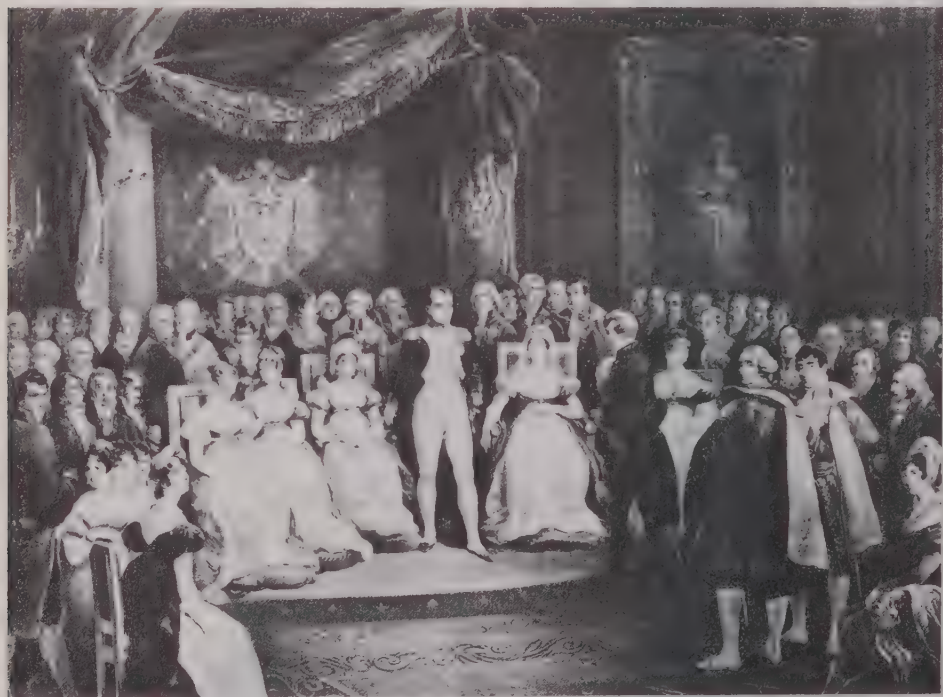


Maximilian de Robespierre



Napoleon Bonaparte wird erster Consul der Republik Frankreich

Den durch eisernen Drill zusammengehaltenen Söldnerheeren der Fürsten stand ein Massenheer gegenüber, das von dem Kampf um die eigene Sache beseelt war. An allen Fronten wichen die Verbündeten zurück, die Aufstände im Innern konnten niedergeworfen werden. Die Frage nach der Verwirklichung der Volksherrschaft glaubten die Jakobiner, benannt nach ihren roten Wollmützen (= Freiheitssymbol), beantworten zu können. Sie bildeten einen Wohlfahrtsausschuß, dessen Vorsitzender Maximilian Robespierre wurde. Zuvor hatten sie die Girondisten, benannt nach ihrer Herkunft aus der Gegend um die Flußmündung der Gironde, die als „Gemäßigte“



Napoleon I. auf dem Höhepunkt seiner Macht, umgeben von seiner Familie und den bedeutendsten Persönlichkeiten Frankreichs. Kupferstich nach Victor Adam

galten und meistens wohlhabendere Bürger waren, größtenteils hinrichten lassen. Der herrschenden wirtschaftlichen Not versuchte Robespierre mit einem Maximum-Gesetz zu begegnen, das Höchstpreise vorschrieb. Schon bald regierte der Terror in Paris. Alle, die gegen dieses Gesetz verstießen, mußten mit ihrer Verurteilung rechnen, ebenso wie die politischen Gegner Robespierres. Erst der Sturz und die Hinrichtung Robespierres (27. Juli 1794) machten der Schreckensherrschaft und der Blutarbeit der Guillotine ein Ende. Von nun an teilte sich ein Direktorium von fünf Mitgliedern in die Regierungsgewalt.

Ein Aufstand der Königstreuen war am 5. Oktober 1795 von dem jungen General Napoleon Bonaparte (1769–1821) niedergeschlagen worden. Dieser Napoleon Bonaparte sollte am 9. November 1799, nachdem er sich durch Siege über die Österreicher in Italien und die Engländer in Ägypten einen Namen gemacht hatte, nach einem von ihm verübten Staatsstreich als „Erster Konsul“ an die Spitze der Republik treten. Fünf Jahre später – er hatte inzwischen umfassende Verwaltungs- und Rechtsreformen durchgeführt – ließ er sich zum Kaiser wählen. Dieser Napoleon Bonaparte, der die französische Revolution beendet hatte, ging nun daran, mit dem Ziel einer Herrschaft über ganz Europa Kriege gegen England, Österreich, Deutschland, Schweden und Rußland zu führen.

Zeittafel

1789	5. Mai	Zusammenkunft der Generalstände in Versailles			Einführung des Meter-Maß-Systems in Frankreich
	17. Juni	Der Dritte Stand erklärt sich zur Nationalversammlung	1798		Admiral Nelson schlägt bei Abukir die französische Flotte
	14. Juli	Sturm auf die Bastille	1799		Sturz des Direktoriums. General Napoleon Bonaparte wird „Erster Konsul“ der Republik
	4. August	Verzicht der privilegierten Stände auf Vorrechte			
	26. August	Erklärung der Menschen- und Bürgerrechte	1800		Frankreich schlägt Österreich in der Schlacht bei Marengo
	6. Oktober	König und Nationalversammlung werden gezwungen, nach Paris überzusiedeln	1802		Napoleon wird Konsul auf Lebenszeit und stiftet den Orden der Ehrenlegion
	2. November	Verstaatlichung aller Kirchengüter	1803		„Reichsdeputationshauptschluß“ Auf Betreiben Napoleons Enteignung aller geistlichen Fürsten im rechtsrheinischen Deutschland. Verteilung von Besitz und Untertanen an deutsche Staaten, die durch die Abtretung des linken Rheinufers an Frankreich geschädigt wurden
1791		Einrichtung der Konstitutionellen Monarchie in Frankreich			
1792	20. April	Kriegserklärung an Österreich Österreichische und preußische Truppen dringen nach Frankreich ein (Valmy)	1804		Neuordnung des bürgerlichen Rechts durch den „Code civil“
	21. September	Frankreich wird Republik		2. Dezember	Kaiserkrönung Napoleons
1793	21. Januar	Hinrichtung Ludwigs XVI. Dem Bündnis gegen die französische Republik schließen sich England, Holland, Spanien, Portugal, Sardinien, Neapel und das Deutsche Reich an Terrorregime des französischen Konvents in Paris unter Robespierre Aufstände im Innern des Landes gegen die Revolutionsregierung Der „Wohlfahrtsausschuß“ wird wichtigstes Regierungsorgan Verordnung des Maximum-Gesetzes	1805		Sieg Napoleons in der Schlacht bei Austerlitz über die Österreicher und Russen
			1806		Austritt der süddeutschen Fürsten aus dem Reich und Gründung des „Rheinbundes“ Franz II. legt die Krone des Heiligen Römischen Reiches nieder Sieg Napoleons bei Jena und Auerstedt über das preußische Heer
1794		Tausende von Todesurteilen 27. Juli: Hinrichtung Robespierres	1807		Friede von Tilsit Für Preußen bedeutet dieser Friede den Verlust aller Gebiete westlich der Elbe sowie seiner politischen Erwerbungen Einzug von Napoleons Bruder Jérôme in Kassel als „König von Westfalen“
1795 bis 1799		Regierung des Direktoriums			
1795		Niederwerfung eines Aufstandes der Königsanhänger in Paris			

Das 19. Jahrhundert

Mit Beginn des 19. Jahrhunderts wurde eine Reihe jener Entwicklungen eingeleitet, die noch heute unser Leben bestimmen. Die Vormacht Frankreichs in Europa wurde zerschlagen. In den europäischen Staaten erwachte das Nationalbewußtsein, und es entstanden nach und nach jene Staaten, die heute noch als politische Einheiten das Gesicht unseres Kontinents bestimmen. In Deutschland vollzog sich diese Entwicklung sehr langsam, da sich viele deutsche Fürsten gegen eine Aufgabe ihrer Souveränität sträubten.

Die Menschen in Europa wurden freier. Die Reformen des preußischen Ministers von Stein und seines Nachfolgers von Hardenberg brachten das Ende der Leibeigenschaft und die Selbstverwaltung der Städte. In „Verfassungen“ wurden die allgemeinen Grundrechte niedergelegt und garantiert. Besonders die Jugend trug viel zu dieser Entwicklung bei.

Wichtige Erfindungen auf dem Gebiet der Technik ermöglichten den Aufbau moderner Industrien. Viele Länder wandelten sich allmählich vom Agrar- zum Industriestaat. Bauern zogen in die Städte, um in den Fabriken zu arbeiten, und es entstand als „Vierter Stand“ (neben dem Adel, den Bürgern und den Bauern) die Arbeiterschaft, das Proletariat, und daraus ergab sich eine Reihe von sozialen Problemen, an deren Bewältigung wir heute noch arbeiten. Es entstanden die ersten politischen Parteien, die an der ständischen Gesellschaftsordnung rüttelten.

Die Erfindung und Weiterentwicklung der modernen Verkehrsmittel ließ die Welt kleiner werden, die Menschen rückten näher zusammen, und der Warenaustausch nahm immer größere Ausmaße an. Die Völker Europas eroberten Kolonien, um ihre eigene Wirtschaftskraft zu stärken.

Am Ende dieses Jahrhunderts hatte sich in dem 2. Deutschen Kaiserreich ein Bürgertum entwickelt, das mit seinen wirtschaftlichen Erfolgen sehr zufrieden war. Die Arbeitermassen in den Fabriken und Bergwerken fühlten sich allerdings unterdrückt und ausgebeutet und strebten nach Gleichberechtigung und sozialem Aufstieg. Amerika hatte sich zu einer riesigen Wirtschaftsmacht entwickelt. England war zur größten Seemacht der Welt geworden und besaß die meisten und reichsten Kolonien. Am wenigsten war Rußland an diesen entscheidenden weltweiten Änderungen beteiligt.

Eröffnung der ersten deutschen Eisenbahnlinie Nürnberg–Fürth 1835



POLITIK

- 805 England, Rußland und Österreich schließen ein Bündnis gegen Napoleon
In der Schlacht bei Trafalgar schlägt der englische Admiral Nelson die französisch-spanische Flotte. In der Schlacht bei Austerlitz besiegt Napoleon die Österreicher und Russen
- 806 Napoleon verhängt eine Blockade gegen England (Kontinentalsperr)
- 807 Freiherr von Stein hebt in Preußen die Erbuntertänigkeit der Bauern und die Vorrechte des Adels auf
- 808 Freiherr von Stein begründet mit seiner Städteordnung die kommunale Selbstverwaltung
Die Spanier erheben sich gegen Napoleon

TECHNIK/WIRTSCHAFT

- 1803 Erste Schienenlokomotive für Grubenbahnen in England
Gründung der Technischen Hochschule in Prag
- 1807 Fulton fährt mit dem Dampfschiff auf dem Hudson von New York nach Albany
Erste Straßen-Gasbeleuchtung in London
- 1810 Gewerbefreiheit in Preußen. Einführung einer allgemeinen Gewerbesteuer
Gründung einer Maschinenfabrik durch Georg Henschel in Kassel

EUROPA
1812



Napoleon beherrscht Europa: Fast alle europäischen Staaten sind von Frankreich abhängig oder mit ihm verbunden. Die Pfeile zeigen Napoleons Feldzüge nach Ägypten und Rußland

POLITIK

- 1811 von Hardenberg hebt in Preußen die Zünfte auf und schafft den Frondienst ab
- 1812 Napoleon beginnt seinen Rußlandfeldzug. Nach dem Brand Moskaus löst sich das französische Heer auf. Napoleon flieht nach Paris. Der preußische General Yorck schließt mit den Russen in Tauroggen einen Neutralitätsvertrag
- 1813 Preußen und Österreich verbünden sich mit Rußland gegen Napoleon
Bei Leipzig werden in der Völkerschlacht die Franzosen entscheidend geschlagen
Die Franzosen verlassen Spanien
- 1814 Durch den Pariser Frieden verliert Frankreich alle seine Eroberungen seit 1792
Napoleon wird auf die Insel Elba verbannt
- 1814 bis 1815 Wiener Kongreß und Gründung des Deutschen Bundes
- 1815 Die Fürsten ordnen Europas Grenzen neu
- 1815 Napoleon kehrt von Elba nach Paris zurück und wird nach einer Herrschaft von 100 Tagen von dem preußischen General Blücher und dem englischen General Wellington bei Waterloo endgültig geschlagen
Zweiter Pariser Frieden: Napoleon wird auf die Insel St. Helena verbannt
- 1818 Bayern und Baden erhalten Verfassungen
- 1821 Aufstand Griechenlands gegen die türkische Herrschaft
- 1823 Monroe-Doktrin (Der US-Präsident verkündet: Amerika den Amerikanern)
- 1828 Zollvereine zwischen Bayern und Württemberg sowie zwischen Preußen und Hessen-Darmstadt

TECHNIK WIRTSCHAFT

- 1811 Gründung der Krupp-Werke in Essen durch Friedrich Krupp
- 1814 Stephenson baut seine erste Lokomotive für Grubenbahnen
- 1819 Das erste Dampfschiff fährt in 26 Tagen von Nordamerika nach Europa
- 1825 Gründung der Technischen Hochschule in Karlsruhe
- 1827 Wöhler gewinnt Aluminium aus Tonerde
- 1830 Einweihung der Eisenbahnlinie Liverpool–Manchester (Geschwindigkeit 40 km/h)



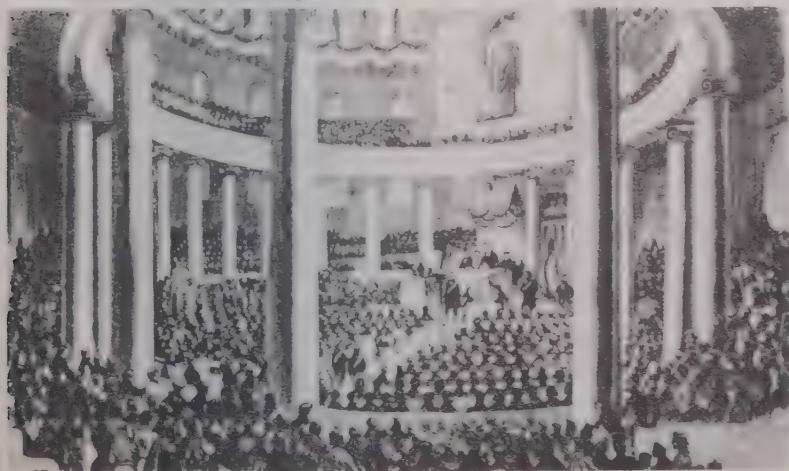
Die „Savannah“ überquert 1819 als erstes Dampfschiff (ca. 70 PS) den Atlantik

POLITIK

- 1831 Sachsen erhält eine Verfassung
- 1832 Hambacher Fest. Südd. Demokraten erheben die Forderung nach deutscher Republik
- 1833 Unter Führung Preußens wird der deutsche Zollverein gegründet
Österreich schließt sich nicht an
- 1834 Spanien erhält eine Verfassung
- 1842 Der Oranje-Freistaat wird von den Buren gegründet
- 1844 Aufstand der Weber in Schlesien
- 1846 England hebt die Getreide-Schutzzölle auf und geht zum Freihandel über
- 1847 Preußen beruft die Provinzialstände als vereinigten Landtag ein
- 1848 In London erscheint das kommunistische Manifest von Marx und Engels.
Als Folge der Februar-Revolution in Paris wird Ludwig Napoleon Präsident der zweiten französischen Republik.
Als Folge der März-Revolution berufen die deutschen Fürsten bürgerliche Regierungen und bewilligen die Pressefreiheit, die Bürgerwehr und heben jede bauerliche Untertänigkeit auf.
In der Paulskirche in Frankfurt am Main tritt die Deutsche Nationalversammlung zusammen und arbeitet die Verfassung aus
Die Schweiz wird Bundesstaat
- 1849 Friedrich Wilhelm IV., König von Preußen, lehnt die deutsche Kaiserkrone ab
Österreich schlägt mit Hilfe Rußlands einen Aufstand in Ungarn nieder
- 1850 Preußen erhält eine Verfassung
Preußen und Österreich ringen um die deutsche Vorherrschaft im Erfurter Parlament und im Frankfurter Bundestag

TECHNIK WIRTSCHAFT

- 1835 Erste deutsche Eisenbahn (Nürnberg–Fürth)
- 1837 Erster Schreibletelegraf von Samuel Morse
Einweihung der Eisenbahnstrecke Leipzig–Dresden
- 1839 Einschränkung der Kinderarbeit in Preußen
- 1840 Justus Liebig begründet durch seine Untersuchungen die Verwendung von Kunstdünger
- 1844 Faraday schafft die Grundlage für die Ausnutzung des Elektromagnetismus
Erste Telegrafenlinie zwischen Baltimore und Washington
- 1849 Telegrafenlinie Berlin–Frankfurt am Main
Starker Aufschwung des Zeitungswesens



Die Deutsche Nationalversammlung tagt 1848 in der Paulskirche zu Frankfurt am Main

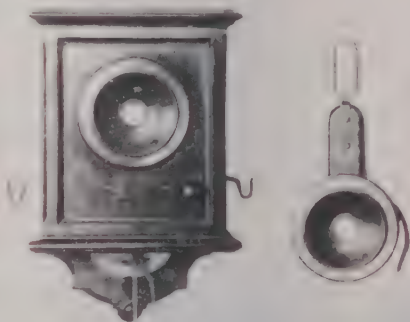
POLITIK

- 1851 Otto von Bismarck wird preußischer Gesandter beim Deutschen Bundestag
- 1854 Der Deutsche Bundestag erläßt ein allgemeines Koalitionsverbot (Verbot aller Arbeitervereine)
- 1858 England setzt in Indien einen Vizekönig ein
- 1859 Italienische Befreiungskriege (Garibaldi)
Österreich verliert die Lombardei an Italien
- 1860 Abraham Lincoln Präsident der USA

- 1861 Ausbruch des Bürgerkrieges in Nordamerika
Aufhebung der Leibeigenschaft in Rußland
Österreich führt eine neue Verfassung ein
- 1862 Otto von Bismarck wird preußischer Ministerpräsident und Außenminister
Rußland schlägt einen polnischen Aufstand nieder
- 1863 Ferdinand Lassalle gründet in Leipzig den „Allgemeinen Deutschen Arbeiter Verein“
- 1864 Gründung der Ersten Internationale in London durch Karl Marx
Krieg Preußens und Österreichs gegen Dänemark
- 1865 Ende des Bürgerkrieges in USA
Abschaffung der Sklaverei
Ermordung Präsident Lincolns
- 1866 Krieg Preußens gegen Österreich
Schlacht bei Königgrätz
Friede zu Prag
Endgültige Trennung Österreichs von Deutschland
Auflösung des Deutschen Bundes
- 1869 Die Sozialdemokratische Arbeiterpartei wird in Eisenach durch Bebel und Liebknecht gegründet und schließt sich an die 1. Internationale an
- 1870 Krieg Preußens gegen Frankreich
Die süddeutschen Länder schließen sich dem Norddeutschen Bund an

TECHNIK WIRTSCHAFT

- 1855 Erfindung der „Bessemerbirne“: Möglichkeit zur Stahlerzeugung in großen Mengen
- 1859 Beginn der Erdölgewinnung in Nordamerika und im Kaukasus
- 1860 Die Erfindung der Rotationsmaschine ermöglicht hohe Zeitungsauflagen
- 1861 Erfindung des elektrischen Telefons durch Philipp Reis
- 1864 Friedrich Wilhelm Raiffeisen gründet die ersten genossenschaftlichen Darlehenskassen
- 1865 In Berlin wird die erste deutsche Pferdestraßenbahn eingeweiht
Die erste Rohrpostanlage entsteht
- 1866 Das erste Nordatlantik-Kabel wird in Betrieb genommen
- 1868 Allgemeiner Deutscher Arbeiterschaftsverband (Vorläufer der freien Gewerkschaften)
- 1869 Fertigstellung des Suez-Kanals (Bauzeit 10 Jahre)
Erstes Fahrrad mit Kettenantrieb

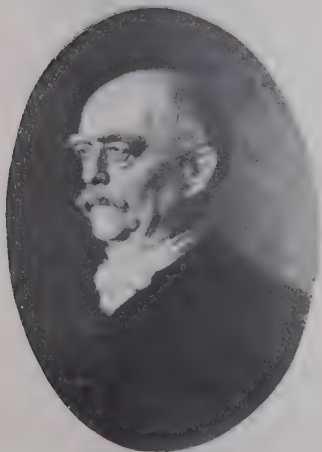


oben:
Das erste
Serientelefon
der Fa. Sie-
mens & Halske
1881

links: Die
erste elektri-
sche Lokomo-
tive auf der
Gewerbe-
ausstellung in
Berlin 1879

POLITIK

- 1871 Die deutsche Armee nimmt Paris
Der preußische König Wilhelm I. wird Kaiser in Deutschland. Im Frieden zu Frankfurt verliert Frankreich Elsaß-Lothringen und muß eine hohe Kriegsentschädigung zahlen
Der Deutsche Reichstag nimmt die Verfassung an. Otto von Bismarck wird der erste Reichskanzler des Zweiten Deutschen Reiches
 - 1872 Bismarck beginnt den „Kulturkampf“ mit Ausweisung der Jesuiten
 - 1875 England legalisiert das Streikrecht
 - 1878 Sozialistengesetze zur Verfolgung der deutschen Sozialdemokratie
 - 1879 Verteidigungsbündnis Österreich–Deutschland
-
- 1882 Dreibund zwischen Deutschland, Italien und Österreich
 - 1883 Einführung der gesetzlichen Krankenversicherungspflicht in Deutschland
 - 1884 Die Kolonien Deutsch-Ostafrika und Deutsch-Südwestafrika werden gegründet
 - 1888 Wilhelm II. wird deutscher Kaiser und preußischer König
 - 1890 Bismarck wird von Wilhelm II. entlassen
Ende des deutschen Rückversicherungsvertrages mit Rußland
-
- 1899 Haager Friedenskonferenz über Landkriegsordnung und Beilegung internationaler Konflikte



Fürst Otto von Bismarck (1815–1898)

TECHNIK/WIRTSCHAFT

- 1873 Einheitliche Währung in Deutschland
 - 1874 Gründung des allgemeinen Postvereins in Bern
 - 1876 Otto baut den ersten brauchbaren Viertakt-Benzin-Motor
 - 1879 Werner von Siemens baut die erste elektrische Lokomotive
Edison erfindet die Kohlenfadenlampe
 - 1880 Stephan führt bei der Deutschen Post den Fernsprecher ein
 - 1885 Benz baut einen dreirädrigen Kraftwagen mit Benzinmotor
-
- 1887 Daimler baut einen vierrädrigen Kraftwagen mit Benzinmotor
 - 1889 Invalidenversicherung wird für Arbeiter in Deutschland Pflicht
Erste Automobilausstellung in Paris
-
- 1891 Abbe begründet die Karl-Zeiss-Stiftung und beteiligt die Arbeiter am Gewinn
Einführung der gesetzlichen Sonntagsruhe
Gründung der christlichen Gewerkschaftsbewegung in Deutschland
 - 1895 Entdeckung der X-Strahlen durch Röntgen
Eröffnung des Kaiser-Wilhelm-Kanals zwischen Nord- und Ostsee (Bauzeit 8 Jahre)
 - 1896 Erste Olympische Spiele der Neuzeit in Athen
 - 1897 Erfindung der Funkentelegrafie durch Marconi
 - 1898 Marie und Pierre Curie entdecken das Radium und Polonium



Erste Röntgenaufnahme einer Hand (1895)

MITTELEUROPA
nach dem Wiener Kongreß
 1816



Die Entwicklung Mitteleuropas im 19. Jahrhundert

MITTELEUROPA
 1871



Das 20. Jahrhundert

Der Beginn unseres Jahrhunderts wurde durch die Macht- und Kolonialpolitik der Großmächte bestimmt, deren aufblühende Industrie eine erhebliche Stärkung der Wirtschaftskraft bedeutete. Demokratische Regierungsformen lösten in vielen Staaten die Monarchien ab. Nach dem ersten Weltkrieg (1914–1918) begann die Bereitschaft zu internationaler Zusammenarbeit allmählich ein übertriebenes Nationalgefühl abzulösen. Die immer rascher fortschreitende Technisierung ermöglichte eine entscheidende Verbesserung des Lebensstandards und eine Verkürzung der Arbeitszeit. Die organisierte Arbeiterschaft erkämpft sich in vielen Ländern vernünftige Lebensbedingungen. Die ständische Gliederung wird überwunden. Das erwachende politische Bewußtsein, gefördert durch bessere Bildungseinrichtungen, begünstigt die Entwicklung von parlamentarischen Demokratien in vielen Ländern.

In Deutschland wurde diese Entwicklung nach der Machtergreifung durch Adolf Hitler unterbrochen. Nach dem unheilvollen Zweiten Weltkrieg begannen viele Staaten sich in zwei Blöcke zusammenzuschließen. Der eine wird von den USA, der andere von der UdSSR angeführt. Daneben beginnen sich die „blockfreien Staaten“ (Jugoslawien, Indien und viele andere) zu einer dritten Macht zu entfalten. China wird nach der kommunistischen Revolution zu einem neuen Machtfaktor in der Weltpolitik. Versuche, internationale Streitigkeiten durch übernationale Einrichtungen (Völkerbund, UNO) zu schlichten, hatten bisher nicht den gewünschten Erfolg.

Die Zeit des Kolonialismus geht ihrem Ende entgegen. Viele Länder (besonders in Afrika) erhalten oder erkämpfen ihre Selbständigkeit; sie werden zu „Entwicklungsländern“, die nur mit Hilfe hochentwickelter Industriestaaten ihre eigene Entwicklung in dieser Richtung beschleunigen können. Eine Reihe von begrenzten Kriegen (Korea, Indochina, Vietnam, Israel) beweist die Fragwürdigkeit militärischer Erfolge. Der Weltfrieden hängt vom Gleichgewicht der militärischen Stärke des Ost- und Westblocks ab (Nato, Warschauer Pakt).

In Europa zeigen sich ernsthafte Bemühungen, durch Aufgabe nationaler Souveränität zu einer Verbesserung der Verhältnisse beizutragen (Montan-Union, Europarat, Europäische Wirtschaftsgemeinschaft). Die Teilung Deutschlands als Folge des Zweiten Weltkrieges wird zu einer Frage von weltpolitischer Bedeutung.



Die USA zünden im November 1952 die erste Wasserstoffbombe im Pazifik

POLITIK

- 1904 „Entente Cordiale“ zwischen Großbritannien und Frankreich
Beginn des russisch-japanischen Krieges um die Mandschurei und Korea
- 1905 Rußland erhält eine konstitutionelle Verfassung (Teilerfolg einer Revolution)
- 1908 Das Reichsvereinsgesetz hebt die Einschränkung politischer Vereine auf
Durch das Flottengesetz (Admiral von Tirpitz) wird Deutschland zur größten Seemacht nach England



Das Attentat auf den österreichischen Thronfolger Franz Ferdinand in Sarajewo löst den 1. Weltkrieg aus

TECHNIK WIRTSCHAFT

- 1901 Gründung des Internationalen Gewerkschaftsbundes in Amsterdam
Große Erdölfunde in Persien
- 1902 Erfindung der Magnetzündung für Kraftfahrzeugmotoren durch Robert Bosch
Einweihung der ersten Berliner U-Bahn-Strecke
- 1903 Erster Motorflug der Brüder Wright
- 1904 Erste Musikübertragung auf drahtlosem Weg
- 1905 Elektrische Glühbirne mit Fäden aus Wolframdraht
Gesetzliche Altersversorgung der Arbeiter und Zehn-Stunden-Tag in Frankreich
- 1906 Die Nachtarbeit für Frauen wird international verboten
Einweihung des Simplon-Tunnels (20 km, Bauzeit 8 Jahre)
- 1907 Erste brauchbare Raupenschlepper und Motorpflüge
- 1909 Erste brauchbare Kunststoffe (Bakalit, Zellulon)
Henry Ford baut die ersten großen Serien von Kraftfahrzeugen (Modell T)
Erstes Gesetz über Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland
- 1910 Diesel baut seinen ersten Motor für Kraftwagen

Der europäische Kolonialbesitz im Jahre 1914



POLITIK

- 1912 Deutschland, Österreich und Italien erneuern den Dreibund
Verhandlungen Deutschlands mit Großbritannien über die Flottenpolitik scheitern
Die deutschen Sozialdemokraten werden stärkste Fraktion im Reichstag
Lenin übernimmt die Leitung der bolschewistischen Zeitschrift „Prawda“ (Wahrheit)
- 1914 Beginn des Ersten Weltkrieges
Kriegserklärung Österreich-Ungarns an Serbien, Rußland und Frankreich
Deutschland erklärt Rußland und Frankreich den Krieg. Kriegserklärung Großbritanniens an Deutschland und Österreich-Ungarn
Kriegserklärung Japans an Deutschland
Nach Kriegsausbruch schließt sich die Türkei den Mittelmächten (Österreich-Ungarn und Deutschland) an. Italien bleibt zunächst neutral
Großbritannien entsendet Truppen zur Unterstützung nach Frankreich
- 1915 Deutsche Truppen erobern Westrußland (Polen, Litauen, Kurland)
Deutsche Luftschiffe greifen London und Paris an
Italien erklärt Österreich-Ungarn den Krieg

TECHNIK/WIRTSCHAFT

- 1911 Reichsversicherungsordnung (Krankheits-, Unfall- und Invaliditäts-Versicherung)
Gründung der Reichsversicherungsanstalt für Angestellte
- 1912 Erfindung des nichtrostenden Stahls (Krupp)
- 1913 Die Ford-Werke führen das Fließband ein
Sikorskij baut das erste brauchbare Großflugzeug
- 1914 Eröffnung des Panama-Kanals (80 km, Bauzeit 8 Jahre)
In England werden die ersten Panzerkraftwagen entwickelt (Tanks)
- 1915 Junkers baut das erste Ganzmetall-Flugzeug, Rumpler und Caudron entwickeln zweimotorige Kampfflugzeuge
Sauerbruch baut die ersten beweglichen Prothesen



Die „Rumpler-Taube“ 1912 (Spannweite 14 m)



- 1916 Zusammenstellung erster Jagdfliegerstaffeln
Anwendung des hochwirksamen Gelbkreuzgases
Schwere Stellungskämpfe in Frankreich (Verdun, Somme)
Im Skagerrak trennen sich die deutsche und die britische Flotte nach schweren Verlusten auf beiden Seiten
- 1917 Die USA erklären Deutschland den Krieg
Der internationale Gewerkschaftsbund fordert den Friedensschluß
Lebensmittelknappheit in Deutschland
Trotzki und Lenin kehren nach Rußland zurück. Nach der November-Revolution wird in Rußland die Sowjet-Republik errichtet (Enteignung der Betriebe und Grundbesitzer, Schaffung der Roten Armee)
- 1918 Friedensvertrag von Brest-Litowsk zwischen Deutschland und Rußland
Der Präsident der Vereinigten Staaten von Nordamerika Wilson verkündet sein Friedensprogramm – Selbstbestimmungsrecht der Völker
Deutsche Truppen räumen die linksrheinischen Gebiete
Waffenstillstand von Compiègne
November-Revolution in Deutschland
Kaiser Wilhelm II. dankt ab und geht nach Holland
Ungarn, die Tschechoslowakei und Deutsch-Österreich werden Republiken
Ausrufung der Deutschen Republik durch Philipp Scheidemann
Bürgerkrieg in Rußland
Gründung der sozialistischen Sowjetrepublik

- 1918 Erster regelmäßiger Linienverkehr durch Flugzeuge zwischen New York und Washington
Einführung des gesetzlichen Acht-Stunden-Arbeitstages in Deutschland



Kaiser
Wilhelm II.,
König von
Preußen
(Regierungs-
zeit 1888 –
1918)

Der Kaiser hat abgedankt!

Der Reichskanzler hat folgenden Erlass herausgegeben:

Seine Majestät der Kaiser und König haben sich entschlossen, dem Throne zu entsagen.

Der Reichskanzler bleibt noch so lange im Amte, bis die mit der Abdankung Seiner Majestät, dem Thronverzicht Seiner Kaiserlichen und Königlich hohen des Kronprinzen des Deutschen Reichs und von Preußen und der Erhebung der Regentschaft verbundenen Fragen geregelt sind. Er beschließt, dem Regenten die Ernennung des Abacordneten Ebert zum Reichskanzler und die Vorlage eines Reichsgesetzes wegen der Ausdehnung allgemeiner Wahlen für eine verfassungsgebende deutsche Nationalversammlung vorzuschlagen, der es obliegen würde, die künftige Staatsform des deutschen Volk, einschließlich der Volksteile, die ihren Eintritt in die Reichsgrenzen wünschen sollten, endgültig festzustellen.

Berlin, den 9. November 1918. **Der Reichskanzler.**
Prinz Max von Baden.

Berliner Extrablatt 1918



Lenin spricht
zu Soldaten
der Roten
Armee (1917)



Die militärische Lage der Mittelmächte im Herbst 1918 kurz vor der November-Revolution in Deutschland



Europa im Jahre 1920: Das Deutsche Reich mußte Gebietsabtretungen zustimmen, Österreich-Ungarn war zer-
schlagen, neue Staaten erscheinen auf der Karte: Jugoslawien und die Tschechoslowakei

- 1919 Generalstreik
Der Aufstand des Spartakus-Bundes (Kommunisten) in Berlin wird durch Truppen niedergeschlagen
In Weimar tritt die neugewählte deutsche Nationalversammlung zusammen
Friedrich Ebert wird erster Reichspräsident
Die Nationalversammlung nimmt die Verfassung des Deutschen Reiches an
Vertrag von Versailles: Frankreich erhält Elsaß-Lothringen zurück, Posen und Westpreußen kommen an Polen. Danzig wird zur freien Stadt erklärt. Das Saargebiet erhält eine Verwaltung durch den Völkerbund. Die deutschen Kolonien werden Völkerbundsmandate. Die großen Flüsse werden internationalisiert. Die Reparationszahlungen werden zunächst auf 269, später auf 132 Milliarden Goldmark festgesetzt. Das Rheinufer wird entmilitarisiert. Die Stärke des deutschen Heeres wird auf 100 000 Mann ohne Luftstreitkräfte und Marine begrenzt
Durch den Friedensvertrag von St. Germain muß Österreich Südtirol mit Bozen und Meran an Italien abtreten
In München wird die NSDAP gegründet. Adolf Hitler ist das siebte Mitglied
Gründung der „Komintern“ (Kommunistische Internationale). Sie wird in wachsendem Maße von der kommunistischen Partei Rußlands beeinflußt
- 1920 Der Kapp-Putsch in Berlin wird durch einen Generalstreik der Gewerkschaften niedergeschlagen
Kommunistische Unruhen im Ruhrgebiet werden durch die Reichswehr erstickt
Polen schlägt russische Truppen vor Warschau zurück
In Indien beginnt Mahatma Gandhi seinen gewaltlosen Kampf gegen England
Durch ein Reichsgesetz wird die gemeinsame vierjährige Grundschule für alle Kinder eingeführt
- 1921 Nach einer Volksabstimmung wird Oberschlesien zwischen Polen und Deutschland geteilt
Konrad Adenauer wird Präsident des preußischen Staatsrates
Die USA schließen mit Deutschland einen Sonderfrieden. (Der Versailler Vertrag wurde von den Vereinigten Staaten abgelehnt)

- 1919 Internationales Arbeitsamt (IAA) in Genf
Gründung des Allgemeinen Deutschen Gewerkschaftsbundes
Erste deutsche Luftpoststrecke Berlin–Weimar
- 1921 Erschließung der Erdölfelder in Venezuela
Gewinnung von Insulin als Heilmittel gegen die Zuckerkrankheit



Luftpost wird verladen (1919)



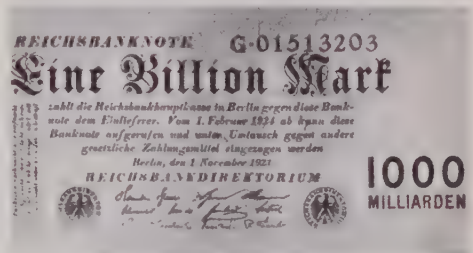
Hitler und Ludendorff während des Prozesses in München 1923 (Hitler wurde zu 5 Jahren Festungshaft verurteilt, aber bereits 1924 wieder entlassen)

POLITIK

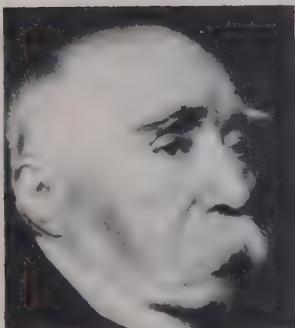
- 1922 Benito Mussolini wird durch einen Staatsstreich Ministerpräsident in Italien
Die Sowjetstaaten schließen sich zur UdSSR (Union der sozialistischen Sowjetrepubliken) mit der Hauptstadt Moskau zusammen
- 1923 Frankreich besetzt das Ruhrgebiet wegen mangelhafter Reparationsleistungen
Ein Putsch von Hitler und Ludendorff in München scheitert
Eine Inflation in Deutschland führt zu einer Verarmung breiter Bevölkerungsschichten (1 Dollar = 4 Billionen Reichsmark)
- 1924 Hitler wird vorzeitig aus der Haft entlassen und veröffentlicht sein Buch „Mein Kampf“
- 1925 Nach dem Tode Friedrich Eberts wird Paul von Hindenburg zum Reichspräsidenten gewählt
Hitler gründet die NSDAP neu und bildet die Schutzstaffeln (SS)
- 1927 In China entsteht die sogenannte „Nanking-Regierung“ unter Tschiang Kai-schek. In der Provinz Kiangsi entsteht eine kommunistische Regierung unter Mao Tse-tung (bis 1934)
- 1928 Tschiang Kai-schek einigt nach langem Bürgerkrieg China und zieht in Peking ein
- 1929 Josef Stalin schaltet auf dem 15. Parteitag der KPSU seine politischen Gegner aus und errichtet eine Diktatur. Er führt die Kollektivierung der Landwirtschaft durch und beschleunigt die Industrialisierung Rußlands
Beginn der Weltwirtschaftskrise (Kursstürze an der New Yorker Börse)

TECHNIK/WIRTSCHAFT

- 1922 Reichs-Jugend-Wohlfahrtsgesetz
- 1923 Erste Rundfunksendungen zur Unterhaltung in Berlin
Erstes Selbstwählfernamt
Erste Lastkraftwagen mit Dieselmotoren
- 1924 Kleinkraftwagen mit Heckmotor (Hanomag)
- 1925 Internationale Abkommen gegen Rauschgifthandel
Beginn der deutschen Fernsehforschung
- 1926 Entwicklung der Schallplatte und der Schmalfilmtechnik
- 1927 Atlantik-Überquerung durch Charles Lindbergh (West-Ost-Richtung)
Erster öffentlicher Bildtelegraph Berlin – Wien
- 1928 Entdeckung des Penicillins



Geldschein aus der Inflationszeit 1923 (Für diesen Schein gab es nach der Währungsreform eine Rentenmark)



Georges Clémenceau (1841–1929), französischer Kriegsminister und Ministerpräsident; Walther Rathenau (1867–1922), deutscher Reichsaußenminister (in Berlin von Terroristen erschossen); Gustav Stresemann (1878–1929), deutscher Außenminister

- 1930 Die Franzosen räumen das Rheinland
Die NSDAP zieht mit 107 Abgeordneten in den Reichstag ein
Hitler beschwört in einem Prozeß vor dem Reichsgericht die Einhaltung der Weimarer Verfassung
Molotow wird Vorsitzender des Rates der Volkskommissare der UdSSR
Rußland wird Industriestaat
- 1932 Hitler unterliegt Hindenburg im 2. Wahlgang zum deutschen Reichspräsidenten
Die Reparationskonferenz von Lausanne beschließt das Ende der deutschen Reparationszahlungen
6 Millionen Arbeitslose in Deutschland
Höhepunkt der Weltwirtschaftskrise
- 1933 Hitler wird von Reichspräsident von Hindenburg als Reichskanzler berufen
Der Reichstagsbrand dient als Vorwand für die Ausschaltung politischer Gegner
Einrichtung von Konzentrationslagern
Der Reichstag stimmt mit Ausnahme der SPD dem „Ermächtigungsgesetz“ für Hitler zu
Ende der Weimarer Republik
Auflösung der Gewerkschaften
Auflösung und Selbstauflösung aller deutschen Parteien außer der NSDAP
Deutschland tritt aus dem Völkerbund aus
Hermann Göring wird Ministerpräsident in Preußen
F. D. Roosevelt wird Präsident der USA

- 1932 Japan tritt als Konkurrent auf dem Weltmarkt auf
Autobahn Köln–Bonn

Hindenburg

DAS ist die Parole des 10. April!

nicht Hitler!

Hitler ist der Schrittmacher des Volkseigenums!

Es grüßt den Geist. Der Volkseigenen Handlung ist der Volkseigenen Handlung der Volkseigenen Handlung. ... (Text ist zu unklar, um genau zu transkribieren)

Hitler bringt mit Sicherheit eine neue Inflation!

Das ist eine Gefahr für den Staat.

Hitler kauft sich Glück! Denn man kann sich nicht alles erlauben, nur die Volkseigenen Handlung ist es.

Das ist eine Gefahr für den Staat. ... (Text ist zu unklar, um genau zu transkribieren)

Das ist eine Gefahr für den Staat. ... (Text ist zu unklar, um genau zu transkribieren)

Das ist eine Gefahr für den Staat. ... (Text ist zu unklar, um genau zu transkribieren)

Wir alle wählen wieder:

Hindenburg

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

Der ist in Treue der Führer Deutschlands gewählt!

oben: Wahlplakat 1932



Hitler und Hindenburg am Tag von Potsdam 1933; durch diese Geste brachte Hitler nationale und konservative Kräfte auf seine Seite

- 1934 Nach dem Tode Hindenburgs macht sich Hitler zum „Führer und Reichskanzler“
Heinrich Himmler wird Chef der Geheimen Staatspolizei (Gestapo)
Beitritt der UdSSR zum Völkerbund
Aufnahme diplomatischer Beziehungen zwischen den USA und der UdSSR
Tschiang Kai-scheck besiegt die Kommunisten in China
Große politische Schauprozesse in Moskau (Liquidierung des „Leninismus“)
- 1935 Hitler führt die Wehrpflicht und die Arbeitsdienstpflicht in Deutschland ein
Überfall Italiens auf Abessinien (Hitler unterstützt Mussolini)
- 1936 Antikominternpakt zwischen Deutschland und Japan (Später treten Italien, Ungarn und Spanien diesem Pakt bei)
Deutsch-italienischer Vertrag (Achse Berlin-Rom)
Spanischer Bürgerkrieg. Hitler unterstützt Franco. Die UdSSR unterstützen die spanische Volksfrontregierung
- 1937 Beginn des japanisch-chinesischen Krieges. Japan erobert Peking, Schanghai, Nanking und blockiert die chinesische Küste
- 1938 Hitler erzwingt den Anschluß Österreichs
Im Münchner Abkommen stimmen Großbritannien, Italien und Frankreich der Abtretung der Sudetengebiete von der Tschechoslowakei an Deutschland zu
Deutsche Truppen marschieren in das Sudetenland ein



Hitler mit Mussolini bei einem Besuch in Rom (1934)



Hitler zieht 1938 an der Spitze deutscher Truppen in Wien ein und begründet das „Großdeutsche Reich“

Gefangene im spanischen Bürgerkrieg (1936–1939); beide Seiten wurden von Legionären aus vielen Ländern unterstützt



POLITIK

- 1939 Hitler zerschlägt die Tschechoslowakei in das deutsche „Protektorat Böhmen und Mähren“ und die abhängige Slowakei
Italien besetzt Albanien
Die spanischen Faschisten gewinnen mit italienischer und deutscher Hilfe den spanischen Bürgerkrieg. General Franco wird Staats- und Regierungschef
Militärischer Beistandspakt zwischen Deutschland und Italien
Beginn des Zweiten Weltkrieges durch den Überfall Hitlers auf Polen
Großbritannien und Frankreich erklären Deutschland den Krieg
Nichtangriffspakt zwischen Deutschland und Rußland
- 1940 Deutschland besiegt Frankreich und erzwingt den Waffenstillstand
Beginn der deutschen Luftangriffe auf England
Italien tritt mit dem Angriff auf Griechenland in den Krieg ein
Deutschland überfällt Dänemark und Norwegen
- 1941 Deutsches Expeditionskorps in Afrika
Einmarsch deutscher Truppen in Griechenland
Hitler greift Rußland an. Deutsche Panzer kommen bis vor Moskau
Japanischer Luftangriff auf Pearl Harbor
Eintritt der USA in den Weltkrieg
- 1942 Deutsche Truppen erreichen die Wolga bei Stalingrad. Untergang der deutschen 6. Armee
Beginn der Offensive im Pazifik durch die Amerikaner gegen Japan
Beginn der Massenerschöpfung von Juden in den Gaskammern der Vernichtungslager

TECHNIK/WIRTSCHAFT

- 1939 Entwicklung der Radartechnik
- 1940 Entwicklung der Nylonfaser
- 1941 Erstes britisches Düsenflugzeug
- 1942 Erste fortlaufende Erzeugung von Atomenergie. Beginn des Atomzeitalters, führt 1945 zum Bau der ersten Atombomben
Bau der ersten elektronischen Großrechenmaschinen. Beginn der Computer-Technik



Lenkbare „V1“-Bombe



„Krankenrevier“ in einem deutschen Konzentrationslager



Landung alliierter Truppen am 6. Juni 1944 in der Normandie unter Befehl des amerikanischen Generals Dwight D. Eisenhower

- 1943 Beginn des Rückzugs der deutschen Truppen an der Ostfront
 Beginn der schweren Luftangriffe auf deutsche Städte
 Landung alliierter Truppen in Italien
 Zusammenbruch des italienischen Faschismus
 Aufstand im Warschauer Ghetto
 Höhepunkt des deutschen U-Boot-Krieges
 Verstärkte Partisanentätigkeit in Jugoslawien (Tito)
 Auflösung der Komintern
- 1944 Mißglücktes Attentat auf Hitler (20. Juli)
 Landung alliierter Truppen in der Normandie
 Befreiung Frankreichs
 Bildung einer französischen Regierung unter Charles de Gaulle
 Rückzug deutscher Truppen an allen Fronten

- 1944 Entwicklung des Heilmittels Streptomycin



Claus Schenk Graf von Stauffenberg versuchte am 20. Juli 1944 ein Attentat auf Hitler. Nach dem Mißlingen wurde er erschossen



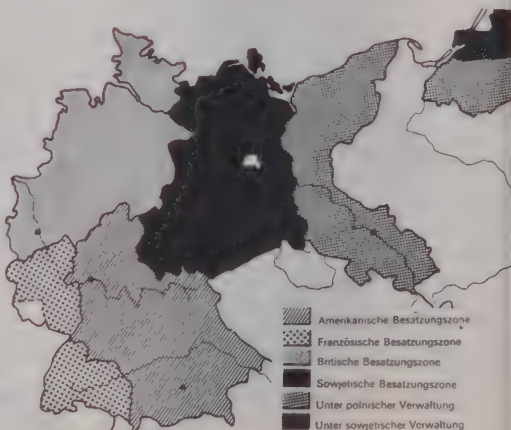
- 1945 Schwere Luftangriffe auf deutsche Städte (Dresden)
Selbstmord Adolf Hitlers
Bedingungslose Kapitulation der deutschen Armee
Potsdamer Konferenz zwischen Amerika, England und Rußland
Deutschland wird in vier Besatzungszonen aufgeteilt, ebenso Berlin in vier Sektoren eingeteilt
Das Saargebiet wird französisches Protektorat
Polen muß seine Ostgebiete an Rußland abtreten, erhält dafür die deutschen Gebiete bis zur Oder-Neiße-Linie zugesprochen
Luftangriffe der USA auf Japan mit Atombomben (Hiroshima, Nagasaki)
Kapitulation Japans
Jugoslawien wird selbständiger Staat unter Marschall Tito
Gründung der UN (United Nations)
Bürgerkrieg in Griechenland zwischen Kommunisten und Monarchisten
Bürgerkrieg in China zwischen der Kuomintang und den Kommunisten
Teilung Koreas
- 1946 Nürnberger Prozesse zur Verurteilung von Kriegsverbrechern
Konrad Adenauer wird Vorsitzender der CDU
Kurt Schumacher wird Vorsitzender der SPD
Gründung der SED in der sowjetischen Besatzungszone
Bildung volkseigener Betriebe und landwirtschaftlicher Produktionsgenossenschaften in Ostdeutschland
Entnazifizierungsgesetze in Deutschland durch die Alliierten
Italien wird Republik
- 1947 Außenministerkonferenz in Moskau und London
Erste Differenzen zwischen den Westmächten und der UdSSR über das Deutschland-Problem
Gründung des Kominform in Warschau, Nachfolger der Komintern
USA-Europa-Hilfe (Marshall-Plan)
Teilung Palästinas durch die UN in einen jüdischen und einen arabischen Teil
Indien und Pakistan werden selbständig

Nach dem Krieg wurde Deutschland in vier Besatzungszonen aufgeteilt ebenso wie seine Hauptstadt Berlin in vier Sektoren



Zerbombte, ausgebrannte Städte kennzeichnen das Ende des Zweiten Weltkrieges

- 1945 Verluste des Zweiten Weltkriegs: etwa 55 Millionen getötete Menschen
Gesamtkosten: etwa 2 Billionen Dollar
In Europa fast 20 Millionen Heimatlose und Flüchtlinge
- 1946 Beginn der Massenproduktion des „Volkswagens“
- 1947 Überschreitung der Schallgeschwindigkeit mit Düsenflugzeug
Taft-Hartley-Gesetz schränkt das Streikrecht der Gewerkschaften in den USA ein





Europa nach dem Zweiten Weltkrieg

Die Konferenz von Jalta im Februar 1945 (von links nach rechts: der englische Premierminister Winston Churchill, der Präsident der USA Franklin D. Roosevelt und der Ministerpräsident der UdSSR Generalissimus Josef Stalin); hier wurde über die Aufteilung und Verwaltung des deutschen Reichsgebietes nach dem Krieg entschieden



POLITIK

- 1948 Die britische und die amerikanische Zone schließen sich zusammen (Bizone)
Die sowjetische Blockade Berlins wird durch Flugzeuge der USA gebrochen
Abspaltung Ost-Berlins
Israel wird als jüdischer Staat in Palästina gegründet. Erster Ministerpräsident: David Ben Gurion
- 1949 Bundesrepublik Deutschland gegründet. Erster Bundespräsident: Theodor Heuss (11 Länder, vorläufige Hauptstadt Bonn). Konrad Adenauer wird erster deutscher Bundeskanzler
Besatzungsstatut für Westdeutschland
Bildung einer ostdeutschen Regierung unter Otto Grotewohl
Gründung des Europarates in Straßburg
Ende des griechischen Bürgerkrieges durch Sieg der Monarchisten
Ende des chinesischen Bürgerkrieges. Ausrufung der chinesischen Volksrepublik unter Mao Tse-tung
Chinesische Nationalregierung in Formosa unter Tschiang Kai-scheck
Nordatlantik-Pakt NATO zwischen USA, Kanada und 10 westeuropäischen Staaten
Beginn des atomaren Wettrüstens
- 1950 Wirtschaftsabkommen zwischen den USA und der Bundesrepublik
Die Bundesrepublik tritt dem Europarat bei
Die ostdeutsche Regierung erkennt die Oder-Neiße-Linie als deutsche Ostgrenze an
Schwere Kämpfe französischer Truppen gegen aufständische Vietnamesen in Indochina
Beginn des Koreakrieges. Erster Einsatz von UN-Truppen

TECHNIK/WIRTSCHAFT

- 1948 Schnelle Entwicklung des UKW- und Fernsehfunks
Gründung des Erwachsenen-Fortbildungswerkes „Arbeit und Leben“ durch den westdeutschen Gewerkschaftsbund
- 1949 Erstes Handelsabkommen zwischen West- und Ostdeutschland
Abschaffung der Todesstrafe in der Bundesrepublik
USA-Rakete erreicht 402 km Höhe
- 1950 In Schottland wird der erste Dampfer mit Düsenantrieb gebaut



*Der deutsche Raketenspezialist
Dr. Wernher von Braun*

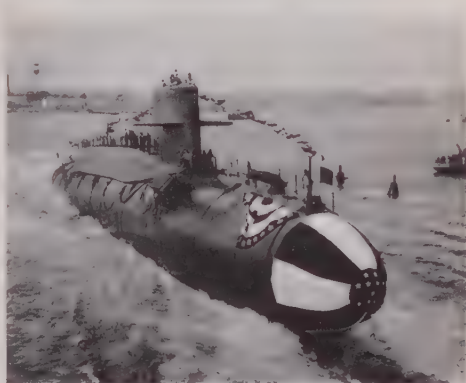


*Die sowjetische
Blockade Berlins
1948 wird durch
amerikanische und
englische Flugzeuge
gebrochen (70 alli-
ierte Piloten fanden
dabei den Tod)*

- 1951 Die westlichen Alliierten und die Republik Indien beenden den Kriegszustand mit der Bundesrepublik
UN verurteilen die Volksrepublik China als Angreifer in Korea
Beginn der Waffenstillstandsverhandlungen (Erfolg erst 1953)
Friedensvertrag von San Francisco zwischen Japan, den USA und 47 anderen Staaten (ohne die UdSSR)
- 1952 Montanunion (Europäische Gemeinschaft für Kohle und Stahl) nimmt ihre Tätigkeit auf
Erste Explosion einer H-Bombe (USA)
- 1953 Arbeiteraufstand in Ost-Berlin (17. Juni) wird durch sowjetische Truppen niedergeschlagen
Tod Josef Stalins. Neuer Kurs der UdSSR. Chruschtschow wird Generalsekretär der KPSU und allmählich einflussreichster Politiker in der UdSSR
- 1954 Aufstand in Algerien gegen Frankreich
Südostasien-Vertrag zwischen den Westmächten und Australien, Neuseeland, Pakistan und den Philippinen (SEATO)
- 1955 Pariser Verträge (Beendigung des Besatzungsregimes, Stationierung ausländischer Streitkräfte in der Bundesrepublik, Beitritt der Bundesrepublik zur NATO, Abkommen über Saar-Statut)
Warschauer Vertrag (Gegengewicht zur NATO, schließt acht Ostblockstaaten zusammen, einschließlich der DDR)
Genfer Konferenz zwischen den Siegermächten bringt internationale Entspannung, keine Lösung der Deutschland-Frage
Abschluß des Österreichischen Staatsvertrages. Die Besatzungsmächte räumen das Land. Österreich erklärt seine ewige Neutralität



- 1951 Erstes Farbfernsehen (USA)
- 1952 Aufnahme der Fernsehsendungen in Deutschland nach dem Krieg
- 1953 Das erste große Atomkraftwerk wird in Großbritannien gebaut
Erste Autokarosserie aus Kunststoff (Polyesterharz)
- 1954 Erstes Atom-U-Boot (USA)



Atom-U-Boot „George Washington“ der USA-Polarisflotte



Ludwig Erhard (Wirtschaftsminister 1949–1963) im Gespräch mit Ludwig Rosenberg (Vorsitzender des Deutschen Gewerkschaftsbundes 1962–1969)

Arbeiteraufstand in Ost-Berlin am 17. Juni 1953

POLITIK

- 1956 Londoner Abrüstungsverhandlungen bringen keine Einigung
Verbot der KPD in der Bundesrepublik
Aufbau der Bundeswehr in der Bundesrepublik und der Nationalen Volksarmee in der DDR
Ägypten verstaatlicht den Suez-Kanal, um mit den Einnahmen den Bau des Assuan-Staudammes zu finanzieren
Arbeiteraufstand in Posen
Demokratisierung in Polen (Gomulka)
Ein Aufstand von Arbeitern und Studenten in Ungarn wird von sowjetischen Truppen niedergeschlagen
Israel besetzt Sinai-Halbinsel
UN-Polizeitruppe in Ägypten
- 1957 Das Saarland wird Teil der Bundesrepublik
England wird zur dritten Atommacht
Abrüstungsverhandlungen zwischen Ost und West bleiben erfolglos. Sie sollen im Rahmen der UN fortgesetzt werden
- 1958 Verträge über die Europäische Atomgemeinschaft und Wirtschaftsgemeinschaft (Euratom und EWG) zwischen Frankreich, der Bundesrepublik, Italien und den Benelux-Staaten treten in Kraft
Charles de Gaulle wird Präsident der 5. Republik in Frankreich

TECHNIK WIRTSCHAFT

- 1956 82 Staaten unterzeichnen den Vertrag für friedliche Nutzung der Atomenergie
- 1957 Erfindung des Drehkolbenmotors (Wankel)
Start der ersten künstlichen Erdsatelliten (Sputnik I, Sputnik II) in der UdSSR
- 1958 Erster künstlicher Erdsatellit der USA gestartet (Explorer I)
Erste Müllverbrennungsanlage in Bern



General Charles de Gaulle 1890–1970



Wirtschaftsblöcke in Europa im Jahr 1970

POLITIK

- 1959 Chruschtschow verkündet die Möglichkeit der Koexistenz zwischen Sozialismus und Kapitalismus
Algerien wird selbständig
Fidel Castro Ministerpräsident von Kuba
- 1960 Abrüstungsgespräche in Genf zwischen Ost und West bleiben erfolglos
In der DDR wird die Kollektivierung der Landwirtschaft abgeschlossen
Frankreich wird vierte Atommacht
Erste Auseinandersetzungen zwischen den kommunistischen Parteien der UdSSR und der Volksrepublik China
17 afrikanische Staaten werden unabhängig (Kongo, Madagaskar, Ghana, Somalia, Nigeria usw.)
- 1961 Errichtung der Berliner Mauer
- 1962 Beginn der gemeinsamen EWG-Agrarpolitik
Ende des Algerienkrieges
Kuba-Krise (USA verhindern die Einrichtung russischer Raketenstellungen in Kuba)
- 1963 Vertrag über die Einstellung von Atombombenversuchen zwischen den USA, England und der UdSSR
Deutsch-französischer Freundschaftsvertrag
Frankreich (de Gaulle) lehnt den Beitritt Englands zur EWG ab
USA-Präsident John F. Kennedy ermordet
Zündung der ersten Atombombe in der Volksrepublik China
N. Chruschtschow wird von L. Breschnew (als 1. Sekretär des ZK) und A. Kossygin (als Ministerpräsident der UdSSR) abgelöst
Frankreich nimmt diplomatische Beziehungen zu Peking auf
- 1965 Kommunistenverfolgungen in Indonesien
Verkündung des Kriegszustandes in Südvietnam, starke Verstärkung der dort stationierten amerikanischen Truppen
- 1966 Frankreich löst sich aus der NATO
Blutige Rassenunruhen in den USA
„Kulturrevolution“ in der Volksrepublik China verstärkt den Einfluß der Armee
- 1967 Militärputsch in Griechenland
6-Tage-Krieg zwischen Israel und Ägypten.
Israel besetzt die Sinai-Halbinsel und Teile Jordaniens
- 1968 Atomwaffensperrvertrag (gemeinsam von den USA und der UdSSR vorgelegt) wird von zahlreichen Staaten unterzeichnet
Die DDR führt den Paß- und Visumzwang im innerdeutschen Verkehr ein
Intervention der UdSSR in der CSSR. Die CSSR muß der Stationierung von Truppen der Staaten des Warschauer Paktes zustimmen.
Die Grundrechte werden eingeschränkt

TECHNIK / WIRTSCHAFT

- 1964 Synthetische Herstellung des Insulins
- 1965 Erste Rendezvous-Manöver amerikanischer Raumschiffe
Der USA-Astronaut E. White hält sich 22 Minuten im freien Weltraum auf
USA-Mondsonden senden Bilder von der Mondoberfläche zur Erde
- 1966 Instrumentenkapseln der UdSSR landen weich auf dem Mond
- 1967 Erste Herzübertragung durch Chr. Barnard in Kapstadt
- 1968 Erste Mondumkreisung durch amerikanische Astronauten



Der amerikanische Präsident John F. Kennedy
(1917– 1963)

POLITIK

- 1968 Einstellung der amerikanischen Luftangriffe gegen Nordvietnam
- 1969 Schwere Grenzzwischenfälle zwischen der UdSSR und der Volksrepublik China
Bürgerkrieg in Nigeria
- 1970 Gewaltverzichtsabkommen zwischen der BRD einerseits und der UdSSR und Polen andererseits (Moskauer und Warschauer Verträge)
Einschränkung der Kriegshandlungen in Vietnam durch die USA
- 1971 Viernächteverhandlungen über den Status Westberlins (Beginn einer weltweiten Entspannungspolitik)
Konflikt zwischen West- und Ostpakistan führt zu blutigen Unruhen und zum Einsatz der pakistanischen Armee in Ostpakistan. Der Führer der Awami-Liga, Scheich Mujibur Rahman, wird festgenommen
Im März kommt es zur Bildung einer provisorischen Regierung für Ostpakistan, die bald darauf die Unabhängigkeit von Bangla Desh proklamiert.
Nach Zwischenfällen an den indisch-pakistanischen Grenzen kommt es im Dezember zu einem kurzen Krieg zwischen Indien und Pakistan, der mit der Besetzung von Dacca durch indische Truppen und der Kapitulation der Pakistaner in Ostpakistan endet
- 1972 Scheich Mujibur Rahman wird freigelassen; er kehrt nach Dacca zurück und wird Regierungschef von Bangla Desh. Die Trennung von

TECHNIK/WIRTSCHAFT

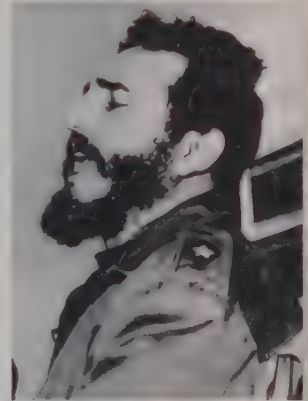
- 1969 Die amerikanischen Astronauten Armstrong und Aldrin betreten als erste Menschen die Oberfläche des Mondes
- 1970 Erste Linienflüge der „Jumbo-Jets“ (Düsenflugzeuge für 300–400 Passagiere)
- 1971 Vierte Mondlandung amerikanischer Astronauten, die zu ihren Erkundungen zum ersten Mal ein „Mond-Auto“ benutzen
- 1972 Ende Februar wird von Kap Kennedy aus die amerikanische Jupiter-Sonde „Pioneer 10“ auf eine 22 Monate dauernde Reise zum größten Planeten unseres Sonnensystems geschickt. Das unbemannte Raumschiff soll sich dem Jupiter bis auf etwa 150000 km nähern, dabei wissenschaftliche Daten sammeln und zur Erde übermitteln. Danach wird die Sonde als erstes von Menschenhand geschaffenes Objekt unser Sonnensystem verlassen, um in andere Sonnensysteme vorzudringen



Mao Tse-tung (geb. 1893, seit 1954 Staatsoberhaupt der Volksrepublik China)



Jawaharlal Nehru (1889–1964, erster Ministerpräsident eines unabhängigen Indiens)



Fidel Castro (geb. 1927, seit 1959 Ministerpräsident der sozialistischen Republik Kuba)

- 1972 West- und Ostpakistan ist damit vollzogen. Im Februar unternimmt der Präsident der Vereinigten Staaten Nixon nach sorgfältigen diplomatischen Vorbereitungen eine Reise nach Peking und leitet damit eine neue Ära der Beziehungen zwischen der westlichen Welt und dem kommunistischen China ein. Großbritannien, Irland und Dänemark treten der EWG bei. Norwegen lehnt Beitritt ab. Bürgerkrieg zwischen Protestanten und Katholiken in Nordirland. Großbritannien übernimmt dort wieder direkte Regierung. Präsident Nixon besucht als erster amerikanischer Präsident Mao Tse-tung in der Volksrepublik China.
- Blutiger Terrorakt anlässlich der XX. Olympischen Sommerspiele in München: Palästinenser überfallen die israelischen Olympia-Teilnehmer im Olympischen Dorf.
- 1973 Erneuter Krieg im Nahen Osten zwischen Israel und den arabischen Staaten. Vietnam-Abkommen in Paris. Die USA ziehen sich aus Vietnam zurück. Beginn von Verhandlungen über Truppenabbau in Europa. Griechenland wird Republik. Die chilenische sozialistische Regierung Allende wird durch einen Militärputsch gestürzt. Militärjunta schaltet das Parlament aus. Grundvertrag zwischen BRD und DDR tritt in Kraft. BRD und DDR werden Mitglieder der UNO.
- 1974 Indien zündet erste eigene Atombombe. „Watergate“-Affäre in den USA führt zum Rücktritt Präsident Nixons. Krise um die Mittelmeerinsel Zypern bringt außer einer Truppenlandung der Türken auf der Insel das Ende der Militärdiktatur in Griechenland. Militärputsch und Demokratisierung in Portugal. Militärputsch in Abessinien führt zum Sturz des Kaisers Haile Selassie. Walter Scheel löst in der BRD den bisherigen Bundespräsidenten Gustav Heinemann in diesem Amt ab. Der Bundeskanzler der BRD Willy Brandt tritt zurück. Sein Nachfolger wird Helmut Schmidt.
- 1975 Erneutes Aufflammen der Kämpfe in Vietnam. Ausbruch der neuen Krise in Portugal: Sozialisten und Kommunisten (vertreten durch radikale Militärs) ringen um die Macht. Tschiang Kai-schek, Staatspräsident der Republik China (Taiwan, Formosa), stirbt im Alter von 87 Jahren.

- 1973 Landung einer weiteren unbemannten sowjetischen Raumstation auf dem Mond. Amerikanische Raumstation Skylab umkreist die Erde.
- 1974 „Ölkrise“ in Europa und Amerika durch starke Ölpreiserhöhungen der ölexportierenden Länder des Nahen Ostens. – Energiekrise in der westlichen Welt.
- 1975 Im Juli starten die USA und die Sowjetunion das gemeinsame Projekt eines Apollo-Sojus-Kopplungsmanövers im Weltall, das erfolgreich verläuft.
- 1976 Im März gelingt der Durchbruch des Gotthard-Straßentunnels, des mit 16,3 km längsten Autotunnels der Erde. Er soll bis 1980 für den Verkehr freigegeben werden.



Der amerikanische Astronaut E. Aldrin bereitet auf dem Mond einen wissenschaftlichen Versuch vor

- 1975 Der Krieg in Vietnam geht nach dem Fall von Phuoc Binh und Saigon zu Ende. Van Thieu tritt zurück. Hanoi und der Vietkong übernehmen die Macht
Die Roten Khmer erobern die kambodschanische Hauptstadt Pnom Penh und übernehmen damit die Macht in Kambodscha
König Feisal, der Herrscher über den Wüstenstaat Saudi-Arabien, der die gewaltigsten Ölquellen auf der Erde besitzt, wird ermordet. Sein Nachfolger ist sein Bruder Khaled
Terroranschlag auf die deutsche Botschaft in Stockholm: drei Tote und mehrere Verletzte.
– Schießerei mit Anarchisten in Köln: zwei Tote. – Beginn des Baader-Meinhof-Prozesses
Die indische Ministerpräsidentin Indira Gandhi ergreift diktatorische Maßnahmen, um ihr Land vor politischen Unruhen und wirtschaftlichem Chaos zu bewahren
Das „Sinai-Truppentrennungsabkommen“ zwischen Israel und Ägypten, durch Vermittlung des USA-Außenministers Henry Kissinger zustande gekommen, beendet die Kampfhandlungen im Nahen Osten. Rückzug der israelischen Truppen hinter die Wüstenpässe Mitla und Gidi, auf die Halbinsel Sinai und Überlassung der Ölfelder bei Abu Rhodeis an Ägypten
Acht Jahre nach Schließung des Suezkanals wird dieser wieder für den internationalen Verkehr freigegeben
Im Laufe des Jahres mißlingen zwei Attentatsversuche auf den amerikanischen Präsidenten Gerald Ford
Bei Nationalratswahlen in Österreich erhält die Sozialdemokratische Partei Österreichs die absolute Mehrheit. Bruno Kreisky bleibt Bundeskanzler
Überfall einer radikalen palästinensischen Gruppe auf eine Ministerkonferenz der OPEC (Ölproduzierende Länder) in Wien. Zwei Tote und zahlreiche Geiselnahmen
In Spanien stirbt Staatschef General Franco im Alter von 82 Jahren. Seinem politischen Vermächtnis entsprechend wird der Bourbonenprinz Juan Carlos König
- 1976 Durch einen Staatsstreich argentinischer Militärs wird Maria Estela Peron, die Witwe des 1974 verstorbenen Präsidenten Peron, die seine Nachfolge angetreten hatte, gestürzt und gefangen gesetzt. Eine dreiköpfige Militärjunta übernimmt die Macht

SOZIALKUNDE

von Gerhard Witt

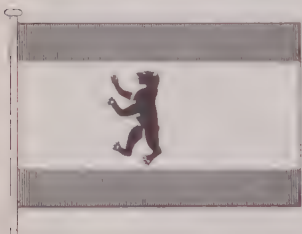
Jeder hat sicher schon einmal auf dem „Soziussitz“ eines Autos oder Motorrades gesessen. Das Wort „Sozius“ ist aus dem Lateinischen zu uns gekommen und bedeutete ursprünglich Bundesgenosse, Begleiter, Kamerad oder Gefährte. In diesem Begriff steckt also eigentlich mehr verborgen, als das einmalige Mitfahren in einem Fahrzeug. Im Geschäftsleben verbinden wir mit dem Wort „Sozius“ einen Teilhaber oder Geschäftspartner einer Gesellschaft oder eines Unternehmens. „Sozius“ und „sozial“ haben den gleichen Ursprung – beide wollen etwas ausdrücken, das die Gemeinsamkeit von Menschen betont. Die *Sozialkunde* möchte über das Verhältnis der Menschen zueinander etwas aussagen. „Sozial“ wird heute im Alltag in vielen Verbindungen gebraucht, z. B. Sozialpartner, Sozialdemokraten, Sozialversicherung, Christlich Soziale Union usw. Parteien, Verbände, Gruppen und einzelne Menschen bemühen sich, sozial zu denken und zu handeln. Sie wollen das Gemeinwohl fördern und sich besonders für die wirtschaftlich Benachteiligten einsetzen. Nicht alle Menschen sind mit der bestehenden Gesellschaftsordnung einverstanden. Wie wir aber im Straßenverkehr oder im Sport nicht ohne feste Regeln auskommen, so erfordert das Zusammenleben der Menschen ebenfalls Spielregeln, die beachtet werden müssen. Der folgende Abschnitt dieses Buches versucht nun, die wichtigsten Spielregeln sowie einige Grundbegriffe der Politik und Wirtschaft in Stichworten zu erklären. Bei der Fülle des Materials kann es natürlich nur eine kleine Auswahl sein, die sich auf das allernotwendigste beschränkt.

Sozialkunde von A bis Z

- ABC-Waffen:** Bezeichnung für atomare (A), biologische (B) und chemische (C) Waffen, eine Gruppe von Kampfmitteln besonders vernichtender Wirkung (z. B. Atombomben, Bakterien, Giftgase). Die BRD hat sich 1954 verpflichtet, keine ABC-Waffen herzustellen.
- Abgaben:** Steuern, Gebühren, Beiträge, Zölle, auch Geldstrafen und Bußen, die auf Grund von Gesetzen vom Staat oder einer öffentlich rechtlichen Körperschaft (Gruppe, Genossenschaft) erhoben werden.
- Abgeordneter:** Volksvertreter und Vertrauensmann einer Gruppe von Menschen, die ihn zu ihrem Sprecher, z. B. im Landtag oder Bundestag, gewählt haben. Obwohl er meist einer bestimmten Partei angehört, ist er bei seinen Entschlüssen nur seinem Gewissen verantwortlich.
- Abrüstung:** Verminderung der militärischen Streitkräfte und Waffen auf Grund internationaler Verträge.
- Abstimmung:** Ermittlung der Ansicht der Mehrheit einer Gemeinschaft – besonders in der Politik. Die Mehrheit hat das Recht, ihren Willen gegen die unterlegene Gruppe durchzusetzen. Formen der Abstimmung sind: Erheben der Hand, Aufstehen, Zuruf oder namentlich geheim durch Stimmzettel.
- Abwertung:** Verringerung des Wechselkurses einer Währung gegenüber der Währung anderer Länder. Sie verteuert die Einfuhr und fördert die Ausfuhr von Waren.
- AG = Aktiengesellschaft:** Mindestens 5 Personen können ein kaufmännisches Unternehmen gründen, das über ein Mindestkapital von DM 100 000,- verfügen muß. Durch Kauf eines Anteilscheines (Aktie) wird man Mitbesitzer des Werkes (Aktionär) und nimmt am Gewinn und Verlust teil.
- Aggression:** Völkerrechtlich rechtswidriger, bewaffneter Angriff auf fremdes Staatsgebiet.
- Agitation:** Gezielte Aufreizung der Massen, um bestimmte politische oder wirtschaftliche Ziele zu erreichen.
- Alternative:** Wahl od. Entscheidung zwischen zwei Möglichkeiten.
- Amnestie:** Straferlaß oder Straffreiheit für bestimmte Vergehen.
- Anarchie:** Zerfall aller staatlichen, rechtlichen und politischen Ordnung.
- Annexion:** Unrechtmäßige Eingliederung fremden Staatsgebietes gegen den Willen der Bevölkerung.
- Antisemitismus:** Bezeichnung für die religiöse, wirtschaftliche oder rassistisch bedingte jüdenfeindliche Einstellung.
- Arbeitgeber:** Unternehmer, die Arbeiter oder Angestellte (Arbeitnehmer) in ihrem Betrieb beschäftigen.
- Arbeitnehmer:** Arbeiter und Angestellte, die gegen Lohn oder Gehalt bei einem Arbeitgeber arbeiten.
- Arbeitsrecht:** Regelt die Beziehungen zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer.
- Assoziierung:** Beteiligung an einem Zusammenschluß ohne volle Mitgliedschaft mit allen Rechten und Pflichten.
- Aufwertung:** Erhöhung des Wertes der eigenen Währung gegenüber der Währung anderer Länder. Beim Umtausch in fremde Währung erhält man mehr Geld als vorher. Die Aufwertung erschwerte den Export und erleichterte den Import.
- Ausnahmezustand:** Vorübergehende Außerkraftsetzung der Grundrechte durch Sondergesetze in Notzeiten.
- Ausschüsse:** Kleine Arbeits- und Beratungsgruppen zur Klärung von Einzelfragen (z. B. Bundestagsausschüsse).
- Außenpolitik:** Dient der Sicherung der Interessen eines Staates und ist bemüht, Konflikte auf friedlichem Wege zu lösen.
- Automation:** In der Industrie ein zentral gesteuertes Herstellungsverfahren, bei dem die Arbeitsvorgänge durch Maschinen ausgeführt werden. Die Kontrolle des Arbeitsprozesses erfolgt ebenfalls durch Maschinen, die auch festgestellte Fehler korrigieren können. Maschinen arbeiten bei dauernden Wiederholungen zuverlässiger. Der Mensch wird entlastet und kann sich mehr der Überwachung und Planung der Produktion widmen.



Automation: Fließbandverfahren in der Autoproduktion



Flagge und Wappen von Berlin (West)



Berlin: Breitscheidplatz mit Gedächtniskirche

Bank: Geldinstitut zur Regulierung des Geldumlaufes, des Zahlungsverkehrs und der Kreditversorgung sowie der Vermögensverwaltung.

Beamte: Personen, die im öffentlichen Dienst stehen und nicht Arbeiter oder Angestellte sind. Sie haben sich durch einen Eid ihrem Dienstherrn zu besonderer Treue verpflichtet, vor allen Dingen zu Gehorsam (kein Streikrecht).

Berlin: Ehemalige Hauptstadt des Deutschen Reiches. Seit 1945 unter der Kontrolle der Siegermächte USA, UdSSR, Frankreich und Großbritannien. Zuerst in 4 Besatzungszonen eingeteilt, 1948 in zwei Teile – West-Berlin (demokratisch regiert) und Ost-Berlin (kommunistisch regiert) gespalten. 1961 durch die Mauer getrennt. Die DDR hat entgegen dem Viermächtestatus der Siegermächte Ost-Berlin zu ihrer Hauptstadt erklärt. – Die Berlin-Krise, die auf wirtschaftliche, politische, finanzielle, staatsrechtliche und verfassungsmäßige Probleme zurückzuführen ist, konnte trotz mehrfacher Versuche bis heute noch nicht endgültig gelöst werden.

Berlin-Abkommen: Ein neuer Versuch der vier Außenminister der Sowjetunion, der USA, Großbritanniens und Frankreichs auf der Grundlage des z. Z. bestehenden Zustandes, die Spannungen um Berlin zu beseitigen und Schwierigkeiten zu verhüten. Das Abkommen hält fest, daß West-Berlin kein verfassungsmäßiger Teil der Bundesrepublik Deutschland ist, erkennt jedoch die engen Bindungen an diese an. Durch das Viermächteabkommen über Berlin, das Transit-Abkommen zwischen der BRD und der DDR sowie Vereinbarungen des Senats von West-Berlin mit der DDR haben sich u. a. neue Voraussetzungen für eine störungsfreie Entwicklung der Wirtschaft ergeben.

BGB = Bürgerliches Gesetzbuch: Seit dem 1. 1. 1900 in Kraft. Enthält die heute gültigen Bestimmungen über Rechte und Pflichten des Menschen im Privatleben (Zivilrecht). Wird z. T. völlig neu überarbeitet.

Bodenreform: Neuverteilung des Großgrundbesitzes an Bauern und Siedler.

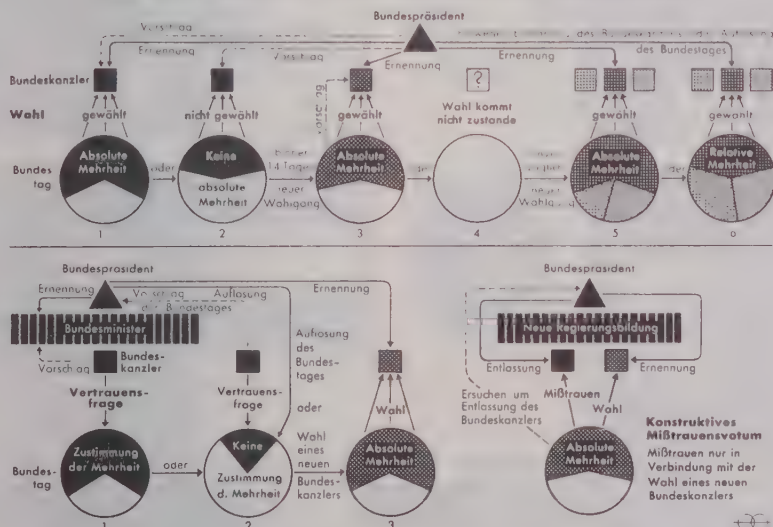
Bolschewismus: Bezeichnung für den Kommunismus sowjetischer Prägung.

Boikott: Kampfmaßnahmen gegen einzelne Firmen, Staaten oder Personen, um bestimmte Ziele zu erreichen.



Die Bilder zeigen die fünf Bundeskanzler der Nachkriegszeit: Konrad Adenauer, 15. 9. 1949–15. 10. 1963 (oben links); Ludwig Erhard, 16. 10. 1963–30. 11. 1966 (oben Mitte); Kurt Georg Kiesinger, 1. 12. 1966–20. 10. 1969 (oben rechts); Willy Brandt, 21. 10. 1969–6. 5. 1974 (links); ab 16. 5. 1974 Helmut Schmidt (rechts).

Der Bundeskanzler der Bundesrepublik Deutschland





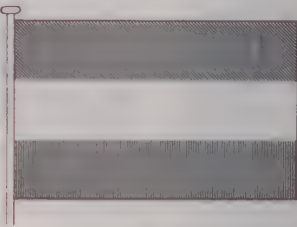
Baden-Württemberg



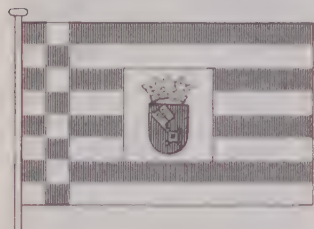
Niedersachsen



Bayern



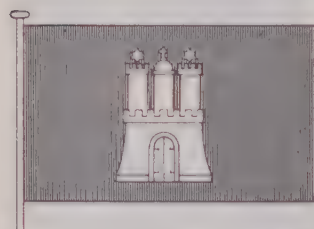
Nordrhein-Westfalen



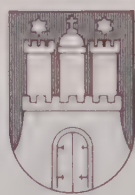
Bremen



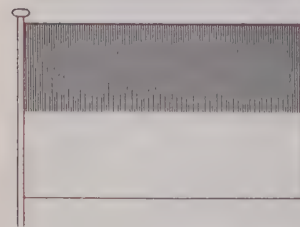
Rheinland-Pfalz



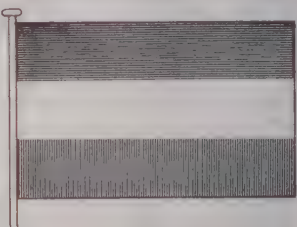
Hamburg



Saarland



Hessen

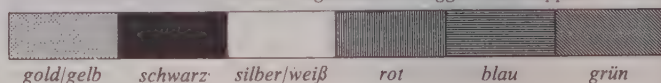


Schleswig-Holstein



Flaggen und Wappen
der 10 Bundesländer
der Bundesrepublik
Deutschland

Die heraldischen Farben der hier abgebildeten Flaggen und Wappen



BRD: Bundesrepublik Deutschland (siehe dort).

Briefgeheimnis: Grundrecht eines jeden Deutschen. Geschlossene Briefe dürfen nicht von staatlichen oder anderen Stellen geöffnet werden.

Budget: siehe Haushaltsplan.

Bund: Politische Bezeichnung für einen Gesamtstaat.

Bundesgericht: Höchstes Gericht der BRD.

Bundesgrenzschutz: Grenzpolizei, die dem Bundesinnenministerium untersteht und für die Sicherheit und Ordnung an den Grenzen der BRD verantwortlich ist. Im Notstand kann Einsatz im ganzen Bundesgebiet erfolgen.

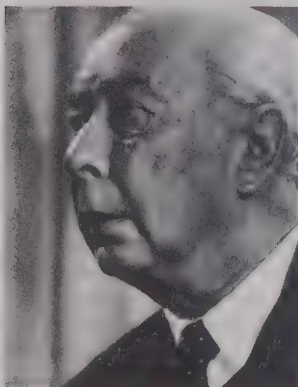
Bundeskanzler: Regierungschef der Bundesrepublik Deutschland. Bestimmt die Richtlinien der Politik und trägt dafür die Verantwortung. Er wird auf Vorschlag des Bundespräsidenten vom Bundestag für 4 Jahre gewählt und kann nur durch ein Mißtrauensvotum (siehe dort) vom Bundestag gestürzt werden. Siehe auch Seite 151.

Bundesländer: Teilstaaten eines Bundesstaates. In der BRD die 10 Länder Baden-Württemberg, Bayern, Bremen, Hamburg, Hessen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Schleswig-Holstein und Saarland. (Berlin hat einen Sonderstatus.)

Bundesminister: Mitglied der Bundesregierung und Leiter eines Geschäftsbereiches, z. B. Außenministerium, Innenministerium usw. Wird vom Bundeskanzler vorgeschlagen und vom Bundespräsidenten ernannt.

Bundespräsident: Staatsoberhaupt der Bundesrepublik Deutschland, für 5 Jahre von der Bundesversammlung (siehe dort) gewählt. Vertritt den Bund völkerrechtlich. Er kann nur einmal wiedergewählt werden und muß mindestens 40 Jahre alt sein. Der Bundespräsident ernennt und entläßt den Bundeskanzler, die Minister, Richter, Bundeswehr-offiziere und Bundesbeamte. Siehe auch Grafik Seite 154.

Bundesrat: Ländervertretung der Bundesrepublik, bestehend aus Vertretern der Länder-



Theodor Heuss

Heinrich Lübke



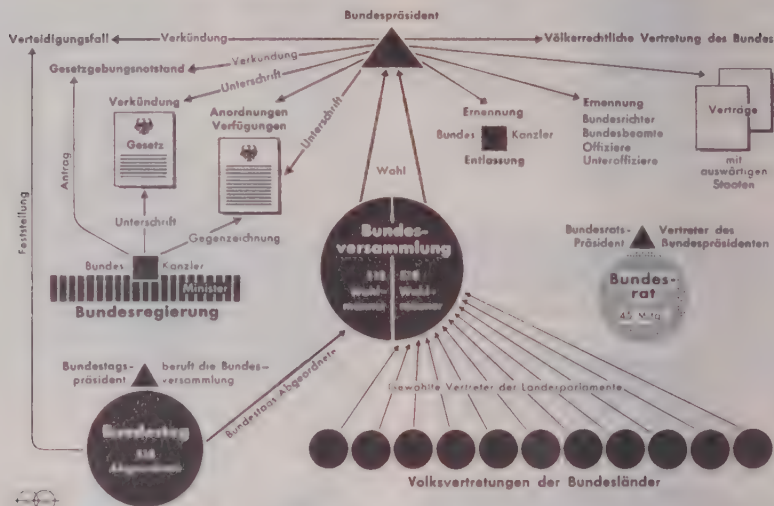
Walter Scheel



Gustav Heinemann



Der Bundespräsident der Bundesrepublik Deutschland



regierungen. Der Bundesratspräsident wird für 1 Jahr gewählt und vertritt den Bundespräsidenten. Der Bundesrat spricht bei der Gesetzgebung und Verwaltung des Bundes mit.

Bundesregierung: Besteht aus Bundeskanzler und Bundesministern. Sie bildet die oberste ausführende Gewalt (Exekutive) der BRD.

Bundesrepublik Deutschland (BRD): 1949 für eine „Übergangszeit“ gegründeter Bundesstaat, der mit 10 Bundesländern den westlichen Teil Deutschlands bildet. Provisorische Bundeshauptstadt Bonn. Größe der BRD 248 573 qkm. Einwohnerzahl 61 Mill. Flagge: Schwarz-Rot-Gold. Nationalhymne: Deutschlandlied.

Bundestag: Gesetzgebende Gewalt (Legislative) der BRD. Die Abgeordneten werden auf 4 Jahre gewählt. Sie beschließen die Bundesgesetze und wählen auf Vorschlag des Bundespräsidenten den Bundeskanzler. An der Spitze des Bundestages steht der Bundestagspräsident. Abkürzung für Mitglieder des Bundestages: MdB.

Bundesversammlung: Mitglieder sind die Bundestagsabgeordneten und eine gleiche Anzahl Vertreter der Parlamente der Bundesländer. Tritt zur Wahl des Bundespräsidenten zusammen, der auf 5 Jahre gewählt wird.

Bundeswehr: Seit 1956 Name der Streitkräfte der BRD, die aus Heer, Luftwaffe und Marine bestehen. Oberbefehlshaber in Friedenszei-

Wahlen zum Deutschen Bundestag¹

	Wahl- bereich typische	abs. gegebene Stimmen (Wahl- berechtigt.)	gültige Stimmen	davon							
				SPD	CDU CSU	CSU in Bayern	FDP	GDP ²	SRP DRP NPD ³	KPD DfU ADF ⁴	Sonstige
Einheit	1000	"	1000	"	"	"	"	"	"	"	"
1949 (14. 8.)	31.207,6	78,8	23.324	29,2	31,0	5,8	11,9	4,0	1,8	8,7	16,4
1953 (6. 9.)	344.20,9	86,0	27.551,5	28,8	45,2	11,4	9,5	9,1	1,1	2,2	4,1
1957 (15. 9.)	354.00,9	87,8	29.905,4	31,8	50,2	10,8	7,7	8,0	1,0		1,3
1961 (17. 9.)	37440,7	87,7	31.850,9	36,2	45,3	9,8	12,8	2,8	0,8	1,9	0,2
1965 (19. 9.)	38132,9	86,9	32.946,4	39,3	47,6	9,8	9,5		2,0	1,3	0,3
1969 (29. 9.)	38658,4	86,8	32.948,4	42,7	45,1	9,8	5,8	0,1	4,3	0,6	0,4
1972 (19. 11.)	41446,3	91,1	37.616	45,8	44,9	9,7	8,4		0,6	0,3	0,9

¹ 1949: Stimmen abgehangen; 1953, 1969: jeweils Zweitstimmen

² 1949: für DP; 1953 und 1957: DP und GB-BfU

³ 1949: SRP; 1953, 1965: DRP; 1969 und 1972: NPD

⁴ Bis 1953: KPD; 1961 und 1965: DfU; 1969: ADF als Wahlbündnis von DfU und der neuen DKP; 1972: DKP allein

ten ist der Verteidigungsminister, in Kriegszeiten der Bundeskanzler. Die Bundeswehr gehört der NATO an. Durch die Notstandsgesetze kann die Bundeswehr auch bei inneren Notständen eingesetzt werden.

Bürokratie: Bezeichnung für kleinliche, engherzige Behördenwirtschaft, die sich an Formeln und Vorschriften klammert ohne Bezug zum praktischen Leben.

CDU = Christlich-Demokratische Union: 1945 gegründete Partei in den Bundesländern außer Bayern (siehe CSU). Zusammenschluß christlicher Politiker, die überkonfessionell sich dem Christentum verpflichtet fühlen. CDU und CSU bilden eine gemeinsame Fraktion im Bundestag. Ziele: Einheit des Landes und der Nation, Einigung Europas und friedliche Ordnung der Welt.

COMECON (engl. Council for Mutual Economic Assistance = Rat für gegenseitige Wirtschaftshilfe): Wirtschaftsvereinigung der Ostblockstaaten, am 25. 1. 1949 gegründet.

Ziel: Abstimmung in der Wirtschaftsplanung, Schaffung gemeinsamer Transportpläne und Austausch wissenschaftlicher und technischer Erfahrungen.

Computer: Ein elektronisches Gerät, das schneller und zuverlässiger rechnet und Informationen auswertet als Menschen. Dem Computer werden für jede Aufgabe Zahlen oder Buchstabenkombinationen (Daten) eingegeben. Diese Arbeit nennt man Programmieren. Auf Abruf wählt der Computer die richtigen Ergebnisse aus und verkürzt und erleichtert somit menschliche Entscheidungen.

CSU = Christlich-Soziale Union: Der CDU entsprechende Partei in Bayern.

DDR = Deutsche Demokratische Republik: 1949 aus der sowjetischen Besatzungszone gegründet. Umfaßt die Länder Brandenburg, Mecklenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. 1952 in 14 Bezirke eingeteilt: Chemnitz, Dresden, Erfurt, Frankfurt/Oder, Gera, Halle, Cottbus, Leipzig, Magdeburg,



Zum Gebiet des Deutschen Reiches gehörten 1871 – 1918 22 monarchische, 3 republikanische Staaten und das Reichsland Elsaß-Lothringen. Während der Weimarer Republik umfaßte das Deutsche Reich 18 Länder. Seit dem Zweiten Weltkrieg ist das Gebiet des früheren Deutschen Reiches in drei Teile aufgliedert: in die Bundesrepublik Deutschland, die Deutsche Demokratische Republik und die Deutschen Ostgebiete unter fremder Verwaltung, die zwischen der Oder-Neiße-Linie im Westen und den Reichsgrenzen vom 31. 12. 1937 im Osten liegen

Neu-Brandenburg, Potsdam, Rostock, Schwerin, Suhl. Hauptstadt: Berlin (Ost). Größe: 108 173 qkm, Einwohner: 17 Mill. Flagge: Schwarz-Rot-Gold mit Ährenkranz, Hammer und Zirkel. Wahlen erfolgen nur nach Einheitslisten. Seit 1945 sind 4 Millionen Bürger der DDR nach dem Westen geflohen, um dem politischen Zwang und der persönlichen Beschränkung zu entgehen. Die Grenzen zwischen DDR und BRD sind mit Stacheldraht, Minen, Wachtürmen und Soldaten umgeben, um die Freizügigkeit zu unterbinden.

Debatte: Freier Meinungs austausch in Rede und Gegenrede.

Deflation: Verringerung der vorhandenen im Verkehr befindlichen Geldmenge. Der Ausgleich zwischen Geldumlauf und Güterumlauf ist gestört. Die Folgen sind: Geldwertsteigerung durch Preissenkung – Arbeitslosigkeit und Unterbeschäftigung.

Demokratie: Herrschaft des Volkes. Alle Bürger haben gleiche Pflichten und Rechte. Wahlen zur politischen Führung sind frei, geheim und in regelmäßigen Abständen. Die Staatsgewalt ist in die ausführende, richterliche und gesetzgebende Gewalt geteilt, die sich gegenseitig kontrollieren. In der Ausübung ihrer Rechte ist die Demokratie an die geltende Verfassung und die Gesetze gebunden. Entscheidungen werden durch die Mehrheit gefällt. Gegensatz: die absolute Herrschaft (Diktatur).

Demonstration: Öffentliche Veranstaltung (Umzüge oder Versammlungen usw.), um gegen Mißstände politischer, gesellschaftlicher oder wirtschaftlicher Art zu protestieren.

Deutsches Reich: Bezeichnung für das erste Deutsche Reich von 911 bis 1806 (auch Heiliges Römisches Reich Deutscher Nation). Bei der Reichsgründung 1871 wurde das zweite Deutsche Reich von Otto von Bismarck geschaffen, das die Weimarer Republik (1919–33) überdauerte und am Ende der Hitler-Diktatur 1945 zerfiel. Heute ist der Name durch die Spaltung in BRD und DDR stark umstritten. Er ist nicht mehr maßgebend für die von Deutschen bewohnten Gebiete Mitteleuropas.

Deutschlandvertrag: siehe Pariser Verträge.

DGB = Deutscher Gewerkschaftsbund: (siehe Gewerkschaften).



Die Karte zeigt das geteilte Europa, aber auch den Stand der Bemühungen um eine zunächst wirtschaftspolitische Kooperation der außerhalb von Moskaus Ostblock stehenden Länder zu Beginn der siebziger Jahre

Diktatur: Alleinherrschaft einer kleinen Gruppe oder eines einzelnen. Die gesamte Staatsgewalt ist nicht der Kontrolle der Gewaltenteilung, des Parlaments oder sonstiger demokratischer Kontrollorgane ausgesetzt. Die Verfassung und das Volk sind dabei ausgeschaltet. Gegensatz: Demokratie.

Diskussion: Meinungsaustausch unter Beachtung bestimmter Regeln.

DKP = Deutsche Kommunistische Partei: Legale kommunistische Partei, 1969 in der BRD nach Verbot der KPD (siehe dort) gegründet. Vertritt die Linie Moskaus.

Drittes Reich: Bezeichnung für die zwölf Jahre der nationalsozialistischen Herrschaft in Deutschland von 1933–1945.

Dritte Welt: Bezeichnung für die Entwicklungsländer in Asien, Afrika und Südamerika. Sofern sie nicht mit den Ostblockstaaten oder den Westmächten (siehe dort) verbündet sind, nennt man diese Länder auch blockfreie Staaten.

DRK = Deutsches Rotes Kreuz: Eine der größten und ältesten Hilfsorganisationen

Deutschlands. Das DRK war maßgeblich an der Zusammenführung der Flüchtlinge nach dem Zweiten Weltkrieg beteiligt. Die Rotkreuzgesellschaften der einzelnen Länder bilden zusammen das Internationale Rote Kreuz (IRK). Sein Symbol ist ein rotes Balkenkreuz auf weißem Feld, das Zeichen der größten freiwilligen Organisation der Welt, die in Kriegszeiten die Pflege von Verwundeten und Kranken übernimmt. Sie hat einen weitausgebauten Vermittlungsdienst. In Friedenszeiten ist das Rote Kreuz bei Katastropheneinsätzen, bei sonstigen Notständen, in der Krankenpflege und der Familienzusammenführung unentbehrlich.

EFTA: European Free Trade Area, Europäische Freihandelszone. 1960 von Dänemark, Großbritannien, Portugal, Schweden, Österreich, Norwegen und der Schweiz gegründet. Eine lockere wirtschaftliche Vereinigung als Gegenstück zur EWG. Sitz der EFTA ist Genf. Ab 1. 1. 1973 wurden Großbritannien, Irland und Dänemark Mitglieder der EWG. Siehe dort.



Blick in den Sitzungssaal des Föderalrates in Straburg

Eid: Feierliches Versprechen nach vorgeschriebenen Formeln. Es gibt einen Diensteid, Fahneneid oder Zeugeneid vor Gericht. Wer wissentlich unter Eid die Unwahrheit sagt, wird wegen Meineides schwer bestraft.

Eiserner Vorhang: Ursprünglich feuersicherer Vorhang im Theater, um Bühne und Zuschauerraum zu trennen. Heute auch Bezeichnung für die Trennungslinie, die sich durch die Abschließung der kommunistischen Staaten gegen die übrige Welt gebildet hat.

Elternbeirat: Die Eltern der Schulkinder einer bestimmten Schule, die der Schulleitung bei besonderen Angelegenheiten der Schule beratend und helfend zur Seite stehen.

Elternrecht: Das Recht und die Pflicht der Eltern, für ihre Kinder zu sorgen und sie zu erziehen. Dazu zählt auch die Hilfe bei der Berufswahl und das Recht (bis zum 14. Lebensjahr), das Glaubensbekenntnis zu bestimmen. Das Sorgerecht erlischt mit dem 18. Lebensjahr (siehe Mündigkeit).

Emanzipation: Befreiung einer Gruppe von Menschen (z. B. Sklaven, Juden, Bauern, Frauen usw.) aus dem Zustand der Abhängigkeit und einer bisher geübten Benachteiligung. Vor allem die Frauenemanzipation fordert berufliche und rechtliche Gleichstellung der Frauen mit den Männern.

Entwicklungshilfe: Hilfe für Länder, deren Industrie nur sehr gering oder noch gar nicht entwickelt ist und deren Rohstoffvorkommen nicht richtig genutzt werden. Diese Wirtschaftshilfe wird vor allem von Ländern in Afrika, Südostasien und Südamerika benötigt. Sie wird in Form von Geld, besser aber durch praktische Maßnahmen, z. B. technische Ausbildung von Fachleuten, Entsendung von Spezialisten zur Anlage von Industriebetrieben und Verkehrswegen, geleistet. Die Entwicklungsländer umfassen $\frac{2}{3}$ der Erdbevölkerung. Ziel der Entwicklungshilfe ist, den Lebensstandard in diesen Ländern zu heben und die Wirtschaft zur Selbständigkeit zu führen.

Enzyklika: Rundschreiben des Papstes.

Ersatzdienst: Anstelle von Wehrdienst abzuleistender Dienst in Krankenhäusern, Pflegeanstalten oder Altersheimen, wenn der Dienst mit der Waffe aus Gewissensgründen verweigert wird.

Establishment: Die herrschende Ordnung mit ihren Einrichtungen und Vertretern, die an der bestehenden Gesellschaftsordnung festhalten. Gegen das Establishment kämpft heute vor allen Dingen die APO (siehe dort).

Etat: Haushaltsplan, der für einen bestimmten Zeitraum aufgestellt wird. Ausgaben und



Die Flagge des Europarates



Die Flagge der Europäischen Bewegung

Einnahmen müssen vollständig enthalten sein. Der Etat bestimmt die verfügbaren Geldmittel für den Haushalt des Staates oder einer Gemeinde.

Europarat: 1949 erfolgt Versuch des Zusammenschlusses der europäischen Staaten zum Zwecke der Bildung eines „Vereinigten Europas“. Der Bund ist zunächst nur lose und versucht die Zusammenarbeit auf wirtschaftlichem, politischem und kulturellem Gebiet. Sitz des Europarates ist Straßburg. Fast alle nichtkommunistischen Staaten Europas gehören ihm bereits an.

Evolution: Allmähliche gewaltlose Umwandlung von vorhandenen Zuständen.

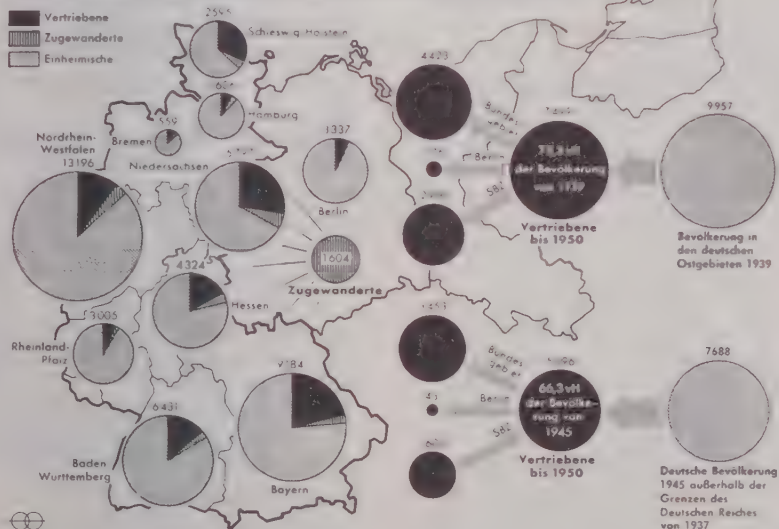
EWG = Europäische Wirtschaftsgemeinschaft: Seit 1958 Wirtschafts- und Zollvereinigung zum Abbau der Zollschränken in Europa. Die EWG strebt den Austausch von Waren, Kapital und Arbeitskräften an und will gleiche Wettbewerbsbedingungen für alle Partnerstaaten schaffen.

Exekutive: Vollziehende Gewalt (siehe Gewaltenteilung).

Exil: Aufgezwungene oder freiwillige Verbannung.

Export: Verkauf von Waren nach dem Ausland.

Familie: In fast allen Staaten die wichtigste Grundlage der Gemeinschaft von Eltern und Kindern. In der Familie werden Ordnung, Autorität und Konflikte erlebt, die zur Prägung der Persönlichkeit beitragen.



Faschismus: Bezeichnung für eine politische Bewegung, die der Demokratie feindlich gesinnt ist und einen totalitären Staat anstrebt. Seine Grundeinstellung ist nationalistic, imperialistisch und antiliberal. Rechtsradikale Bewegungen von heute bezeichnet man auch als Neofaschismus.

FDJ = Freie Deutsche Jugend: Massenorganisation der Jugendlichen im Alter von 14–25 Jahren in der DDR. Sie dient der kommunistischen und vormilitärischen Schulung der Jugend.

F.D.P. = Freie Demokratische Partei: Hat sich 1948 aus der Vereinigung mehrerer Parteien entwickelt. Sie ist eine der drei führenden Parteien der BRD und bekennt sich zum Liberalismus (siehe dort). Theodor Heuss, der erste Bundespräsident der BRD, war der erste Parteivorsitzende dieser Partei.

Flüchtlinge: Menschen, die aus politischen, wirtschaftlichen, rassischen oder religiösen Gründen ihre Heimat verlassen müssen. Nach den Beschlüssen von Jalta und Potsdam (1945) wurden ungefähr 14 Millionen Deutsche aus ihren bisherigen Wohngebieten ausgewiesen. Sie sind auf die Bundesländer der BRD und auf die Länder der DDR verteilt worden. Siehe Grafik Seite 159.

Flurbereinigung: Zusammenfassung des landwirtschaftlichen Grundbesitzes nach sinn-

vollen Grundsätzen und dem Ziel der Ertragsteigerung.

Föderalismus: Bestrebungen innerhalb eines Staatenbundes, nach denen die einzelnen Länder möglichst viel Selbständigkeit behalten. Beispiel: BRD.

Fraktion: Zusammenschluß aller Abgeordneten einer Partei im Parlament.

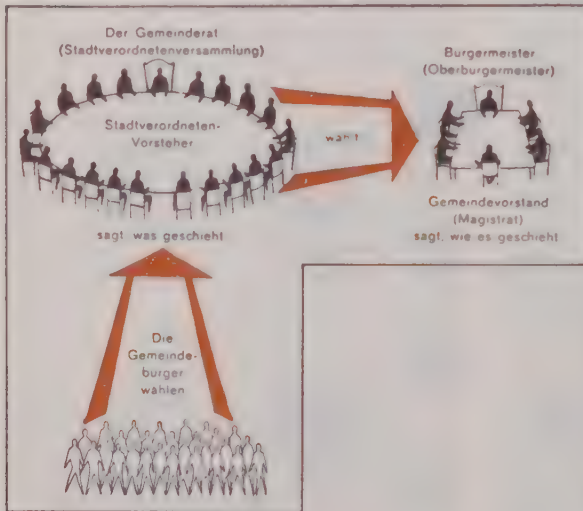
Freiheit: Die wichtigste Grundlage der Demokratie, im Grundgesetz der BRD als unaufhebliches Grundrecht verankert. Der Mensch ist frei, wenn er unabhängig und selbständig über sich bestimmen kann.

Freizügigkeit: Eines der Grundrechte, das jedem Deutschen in der BRD gestattet, den Wohnsitz innerhalb der BRD frei zu wählen und zu wechseln. Die Freizügigkeit betrifft ebenfalls die freie Berufswahl und die freie Wahl des Arbeitsplatzes.

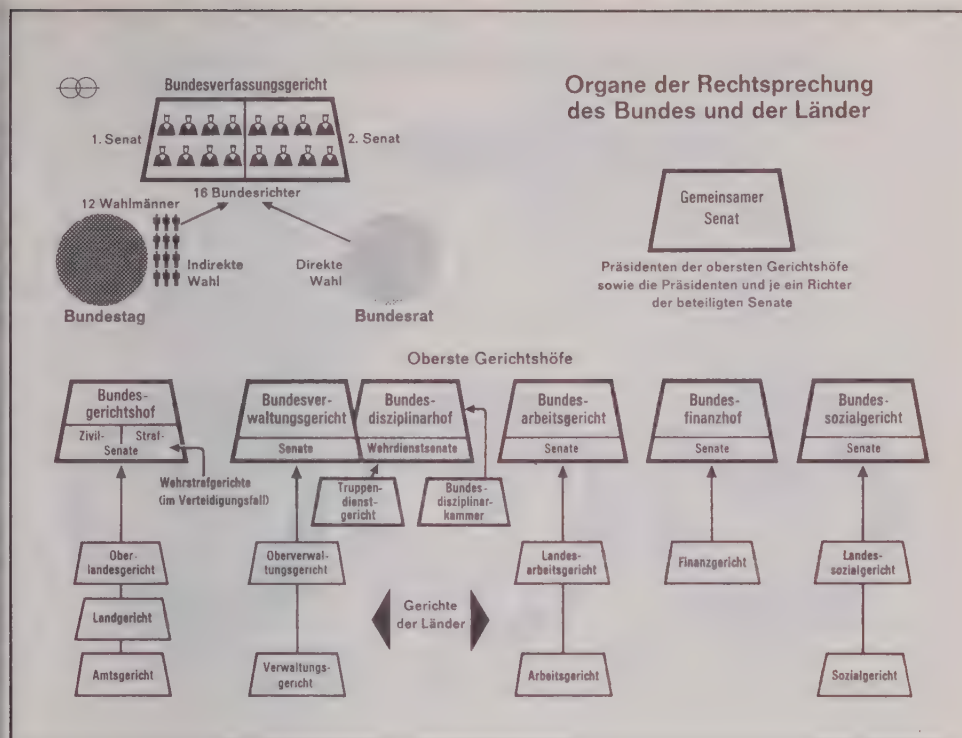
Frieden: Die dauernde regelmäßige Rechtsordnung aller Völker, die ihre gegensätzlichen Auffassungen nicht mit Gewalt beilegen.

Frustration: Enttäuschung, daß bestimmte Ziele und Erwartungen durch erzwungenen Verzicht nicht erreicht bzw. befriedigt wurden.

Geld: Zahlungsmittel, das vom Staat anerkannt wird und für Güter und Leistungen jeglicher Art als Tauschmittel und Wertmaßstab gilt.



Jedes Bundesland hat eine eigene Gemeindeordnung. Als Beispiel die Gemeindeordnungen für das Land Hessen (links) und das Land Nordrhein-Westfalen (rechts)



Gemeinde: Kleinste Verwaltungseinheit der BRD. Es gibt Landgemeinden (Dörfer) mit Bürgermeistern und Gemeinderäten und Stadtgemeinden (Städte) mit (Ober-)Bürgermeistern und Stadträten. Die BRD hat z. Zt. etwa 20 000 Gemeinden. Zu den Aufgaben der Gemeinden gehören: Bau von Schulen, Krankenhäusern, Altersheimen, Kindergärten, Bau von Verkehrswegen. Wahrnehmung kultureller Belange: Theater, Sportplätze, Bibliotheken – Fürsorge für Notleidende, Versorgung mit Wasser, Gas, Strom, Müllabfuhr. Die Selbstverwaltung der Gemeinde regelt die Gemeindeordnung, die durch Landesgesetz erlassen wird.

Generalstreik (siehe auch Streik): Kampfmittel der Gewerkschaften, das durch Arbeitsniederlegung aller Arbeitnehmer das gesamte Wirtschaftsleben eines Staates zum Stillstand bringt.

Genossenschaft: Freiwilliger Zusammenschluß von Personen, die durch gemeinsamen Geschäftsbetrieb ihren Mitgliedern (Genossen) wirtschaftliche Vorteile verschaffen wollen. In Deutschland gibt es u. a. Molkerei-, Win-

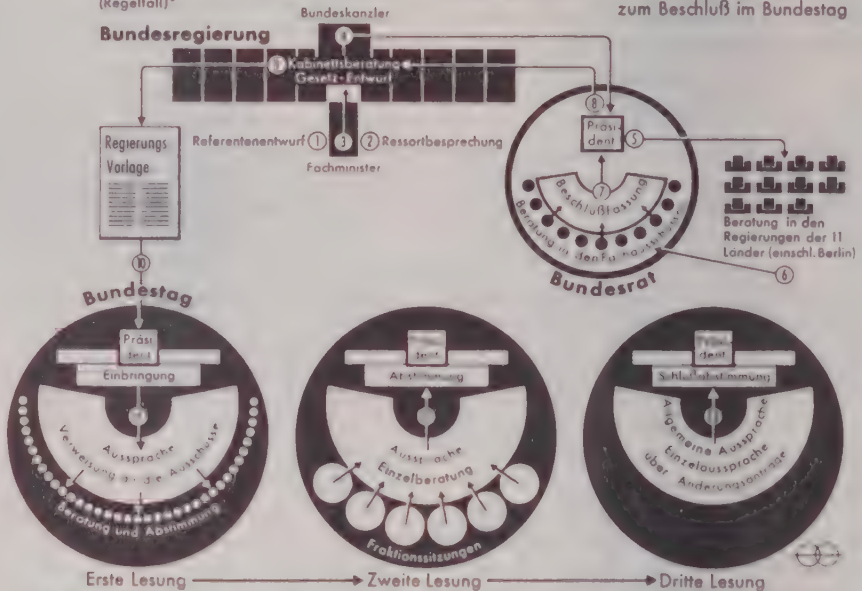
zer-, Bau-, Verbraucher- und Einkaufsgenossenschaften. Eine der bekanntesten ist die Raiffeisengenossenschaft, die vor allen Dingen Landwirte und Bauern durch Geld und Kredite unterstützt und ihnen bessere Absatzmöglichkeiten schafft. In den Ostblockstaaten ist das Genossenschaftswesen weiter ausgebaut als in den westlichen Ländern. Siehe auch unter LPG und Kolchose.

Gerichte: 1. Ordentliche Gerichte für Straf- und Zivilsachen sind Amtsgericht, Landgericht, Oberlandesgericht und Bundesgerichtshof. – 2. Besondere Gerichte für Streitigkeiten zwischen Behörden und Privatpersonen sind Arbeitsgericht, Finanzgericht, Sozialgericht, Verwaltungsgericht.

Geschäftsfähigkeit: Die Fähigkeit, rechtlich wirksame Erklärungen abzugeben und selbständige Geschäfte abzuschließen. Vom 7. bis 18. Lebensjahr sind Jugendliche beschränkt geschäftsfähig und können nur mit Genehmigung der Eltern Geschäfte tätigen. Volle Geschäftsfähigkeit ist im Alter von 18 Jahren erreicht (siehe auch Rechtsfähigkeit).

Die Entstehung eines Bundesgesetzes (Regelfall)*

Vom Gesetzentwurf zum Beschluß im Bundestag



* Auch der Bundesrat, die Fraktionen oder einzelne Abgeordnete des Bundestages können Gesetzesvorlagen einbringen

Gesellschaft: 1. Bezeichnung für die Gesamtheit der Menschen, die sich im Rahmen eines geordneten Systems (z. B. Staat) zu gemeinsamem Handeln zusammengeschlossen haben. Ihre Beziehungen zueinander sind nicht nur politisch geprägt, sondern auch von den Arbeits- und Lebensverhältnissen abhängig. In der BRD gibt es viele gesellschaftliche Gruppen, die sich durch viele Ordnungs- und Zielvorstellungen unterscheiden (pluralistische Gesellschaft). In der DDR werden alle gesellschaftlichen Gruppen vom Staat kontrolliert und nach einer Richtung hin weltanschaulich und politisch ausgerichtet. – 2. Ein vertraglich geregelter Zusammenschluß von Personen, die gemeinsame wirtschaftliche Ziele anstreben. Dazu gehören die GmbH – Gesellschaft mit beschränkter Haftung (siehe dort), die AG – Aktiengesellschaft (siehe dort), die OHG – Offene Handelsgesellschaft (siehe dort) und die KG – Kommanditgesellschaft (siehe dort).

Gesetz: Allgemein verbindliche Vorschrift eines Staates, um das Zusammenleben in einem Staatsgebiet zu ermöglichen. Die Gesetz-

gebung ist Aufgabe des Parlamentes. Man unterscheidet Bundes- und Landesgesetze.

Gewaltenteilung: In der Demokratie die Teilung der Staatsgewalt in Gesetzgebende (Legislative), Ausführende (Exekutive) und Rechtssprechende (Jurisdiktion) zum Zwecke der gegenseitigen Kontrolle. Die gesetzgebende Gewalt liegt beim Parlament, die ausführende Gewalt bei der Regierung und Verwaltung, und die rechtsprechende Gewalt ist Aufgabe der Gerichte.

Gewerbefreiheit: Das Recht, jedes Gewerbe ohne Nachweis einer bestimmten Vorbildung zu betreiben, soweit nicht durch Verfassung oder Gesetze Ausnahmen oder Beschränkungen vorgeschrieben sind (Ausnahmebeispiele: Apotheker, Fahrlehrer).

Gewerkschaft: Organisation der Arbeitnehmer (Arbeiter und Angestellte) zur Vertretung der gemeinsamen Interessen gegenüber den Arbeitgebern. Sie ist meistens nach Fachgruppen gegliedert. Die Gewerkschaften unterstützen ihre Mitglieder in Fragen des Lohnes, der Arbeitszeit, des Urlaubs, der Fortbildung, der Organisation von Streiks.

Gewissensfreiheit: Das staatlich garantierte Recht des Menschen, in seinen Handlungen und Äußerungen nur der Stimme seines Gewissens zu folgen.

GG = Grundgesetz (siehe dort).

Glaubensfreiheit: Ein Grundrecht, das im Grundgesetz verankert ist und jedem Menschen gestattet, sich zu seinem Glauben zu bekennen, ohne staatlichem oder anderem Zwang zu unterliegen.

Gleichberechtigung (siehe auch Emanzipation): Ein demokratisches Grundrecht, das alle Lebensbereiche erfaßt.

Gleichheit: Demokratisches Prinzip. Gleichheit aller vor dem Gesetz ist ein demokratisches Grundrecht, das jedem ohne Ansehen der Person zusteht und keine Unterschiede von Rasse, Religion, Sprache oder politischer Einstellung kennt.

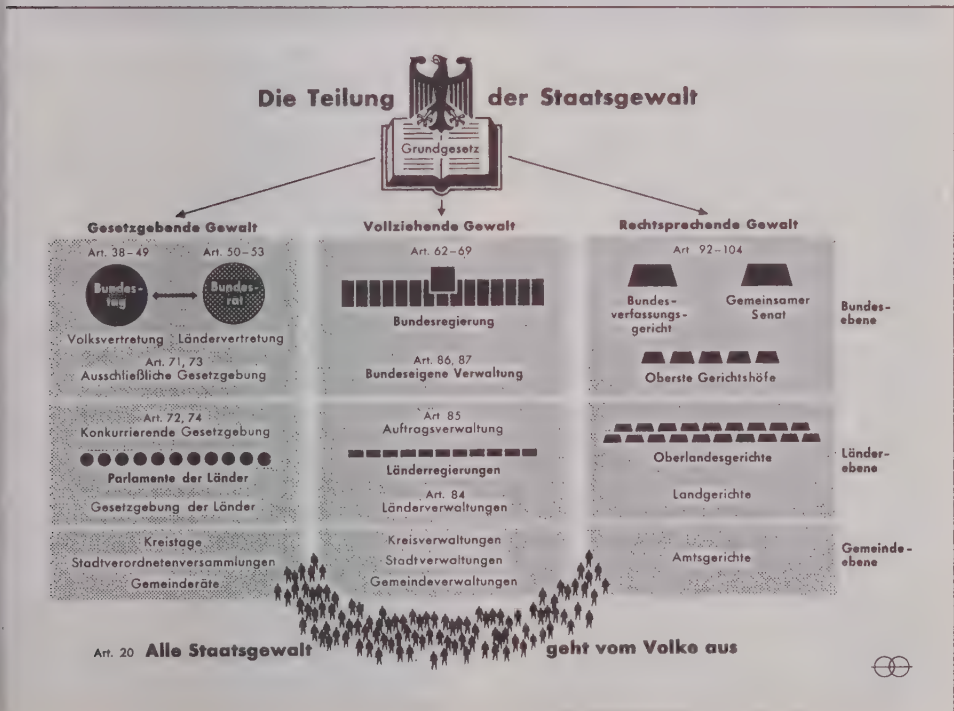
GmbH = Gesellschaft mit beschränkter Haftung: Kapitalgesellschaft mit Mindeststammkapital von DM 20000,-, Mindesteinlage der einzelnen Gesellschafter DM 500,-. Die Geschäftsanteile sind veräußerlich und vererblich. Die GmbH haftet nur mit dem

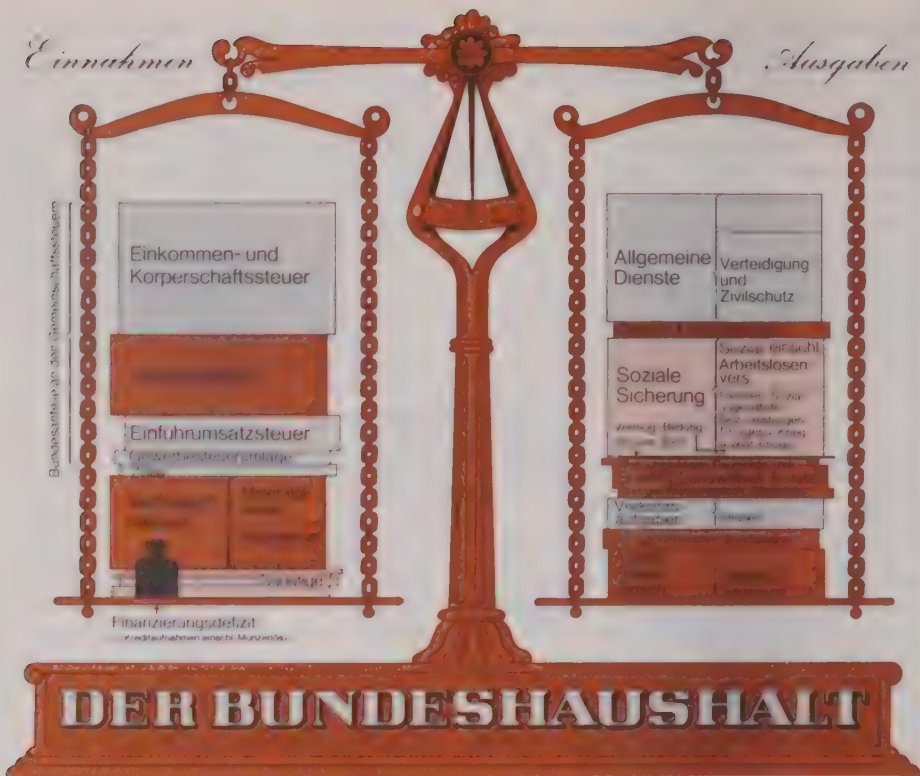
Gesellschaftsvermögen (nicht mit dem Privatvermögen der Gesellschafter).

Groß- und Kleinfamilie (siehe auch Familie): Familien mit Eltern, Kindern und Großeltern und evtl. auch anderen Verwandten bildeten früher die Großfamilie. Mit Beginn der Industrialisierung und Landflucht entstanden in den Städten mehr und mehr die Kleinfamilien (Eltern und Kinder). (Siehe auch Kommunen).

Großmacht: Ein Staat, der durch seine Größe, seine Bevölkerungszahl, seine wirtschaftliche und militärische Macht entscheidenden Einfluß auf die übrigen Länder ausüben kann.

Grundgesetz: Die vom Parlamentarischen Rat am 8. 5. 1949 beschlossene und von den Volksvertretungen von mehr als $\frac{2}{3}$ der beteiligten deutschen Länder angenommene Verfassung der BRD. Das Grundgesetz gilt nur bis zum Inkrafttreten einer Verfassung, die vom ganzen deutschen Volk in freier Entscheidung beschlossen worden ist. Es besteht aus der Präambel (Einleitung) und den Artikeln 1–46 in 11 Abschnitten: 1. Grundrechte, 2. Der Bund und die





Länder, 3. Der Bundestag, 4. Der Bundesrat, 5. Der Bundespräsident, 6. Die Bundesregierung, 7. Die Gesetzgebung des Bundes, 8. Die Ausführung der Bundesgesetze und die Bundesverwaltung, 9. Die Rechtsprechung, 10. Das Finanzwesen, 11. Übergangs- und Schlußbestimmungen.

Grundrechte: Die jedem Menschen von Natur aus zustehenden unveräußerlichen Rechte, die in jedem demokratischen Staat und allen modernen Verfassungen den Bürgern zu gebilligt werden. Sie bilden die Grundlage für alle übrigen Rechte. Die wichtigsten Grundrechte sind: Asylrecht, Briefgeheimnis, Forschungs- und Lehrfreiheit, freie Meinungsäußerung, Freiheit des Glaubens, Freiheit der Person, Gleichheit vor dem Gesetz, Petitionsrecht, Recht auf Arbeit, freie Berufswahl und Eigentum, Recht der Freizügigkeit, Schutz der Ehe und Familie, Unverletzlichkeit der Wohnung und Vereinigungs- und Versammlungsfreiheit.

Grüner Plan: Plan zur Förderung der Landwirtschaft in der BRD aus Bundesmitteln. Diese sollen helfen, die Rationalisierung und

Modernisierung der deutschen Landwirtschaft voranzutreiben, um in der EWG konkurrenzfähig zu sein.

Handel: Vermittlung von Gütern zwischen Erzeuger und Verbraucher. In der freien Marktwirtschaft sorgt der Handel für den Ausgleich von Angebot und Nachfrage durch Lagerung, Konservierung und verteilende Funktion. Werbung und Kreditgewährung sollen helfen, den Absatz zu fördern.

Handwerk: Im Gegensatz zur Maschinenarbeit wird im Handwerk Handarbeit bevorzugt. Einige Handwerkszweige beschränken sich heute vor allem auf Instandsetzungsarbeiten. Das Handwerk kann spezielle Wünsche bei Herstellung bestimmter Güter berücksichtigen. In zunehmendem Maße wird es heute technisch und wirtschaftlich modernisiert, um private und industrielle Kunden rationell bedienen zu können.

Haushaltsplan: Aufstellung der Gesamteinnahmen und -ausgaben einer Gemeinde, eines Staates oder anderer Einrichtungen öffentlicher Art (siehe auch unter Etat oder Budget).

HGB = Handelsgesetzbuch: Es enthält Sonderbestimmungen des bürgerlichen Rechtes für Personen, Unternehmungen und Rechtsgeschäfte des Handelsstandes.

Hobby: „Steckenpferd“ oder Lieblingsbeschäftigung außerhalb des Berufes in der täglichen Freizeit, z. B. Basteln, Sport.

Ideologie: Ideenlehre, die politische, gesellschaftliche oder wirtschaftliche Vorstellungen einer Gruppe einseitig zur Allgemeingültigkeit erheben will und damit die bestehenden Probleme der Gesellschaft lösen möchte (z. B. Nationalsozialismus oder Kommunismus).

Immunität: Befreiung der Mitglieder eines Parlaments vor Strafverfolgung während ihrer Amtsperiode. Bei strafbaren Handlungen muß das Parlament die Immunität aufheben.

Imperialismus: Streben einer Großmacht, den Einflußbereich über ihren Staat hinaus zu erweitern, um einen weltweiten politischen oder wirtschaftlichen Macht- und Geltungsbereich zu schaffen.

Industriegesellschaft: Bewohner eines Staates, deren Gesellschaft durch hochentwickelte industrielle Produktion, besonderen Lebensstandard und Rationalisierung bestimmt werden.

Inflation: Geldentwertung durch Vermehrung der Geldmenge über den Bedarf der Wirtschaft hinaus. Das Gleichgewicht zwischen Gütererzeugung und Geld ist gestört. Sinkt der Wert, so steigen die Preise.

Infrastruktur: Einrichtungen einer Behörde, die in einer Wohngemeinde menschliche Zusammenarbeit, das Zusammenleben sowie die Entfaltung der Persönlichkeit ermöglichen. Dazu gehören Schulen, Straßen, Kraftwerke, Einrichtungen gegen Luft- und Wasserverschmutzung, Rundfunk, Fernsehen und ähnliches.

Innenpolitik: Politik eines Staates, die sich auf die Aufgaben innerhalb der Staatsgrenzen bezieht und politische, kulturelle, wirtschaftliche oder soziale Belange umfaßt.

Innungen: Zusammenschluß selbständiger Handwerker innerhalb eines bestimmten Gebietes und Fachbereiches (z. B. Fleischerinnung). Die Innungen regeln die Ausbildung der Lehrlinge, nehmen Gesellenprüfungen vor, fördern die Berufsausbildung und vertreten die Interessen ihres Standes (sie sind

z. B. Tarifpartner der Gewerkschaften). Sie unterstehen den Handwerkskammern.

Integration: Vereinigung von einzelnen Teilen zu einer größeren Einheit. In der Politik z. B. der Versuch, Europa zu einem übernationalen europäischen Staat zusammenzufassen.

Interessenverbände: Sie vertreten die Interessen einer bestimmten Gruppe auf politischem, sozialem oder wirtschaftlichem Gebiet, z. B. Arbeitnehmer- und Arbeitgeberverbände oder Kriessopferverbände.

International: Angelegenheiten, die mehrere Staaten betreffen und über die Grenzen eines Staates hinausgehen. Beispiel: Das Internationale Rote Kreuz.

Intervention: Einmischung diplomatischer oder militärischer Art in die inneren Angelegenheiten eines anderen Staates. Beispiele: Deutschland in Spanien 1936, UdSSR in Ungarn 1956 und 1968 in der CSSR.

Interview: Unterredung, in erster Linie das Ausfragen bekannter Persönlichkeiten durch Berichterstatter von Zeitung, Rundfunk und Fernsehen.

Investitionen: Geldanlage zur Steigerung der Produktion in Sachvermögen, mit deren Hilfe ein größerer Gewinn erwartet werden kann, z. B. Maschinen, Wohnungen oder Erweiterung einer Fabrik.

Juden: Angehörige des jüdischen Glaubens, die mit den Christen das Alte Testament gemeinsam haben. Sie wurden im Jahre 70 n. Chr. in die ganze Welt zerstreut. Die Juden führten aus religiösen Gründen ein Sonderdasein, das teilweise zu ihrer Absonderung in Ghettos führte. Erst nach der Französischen Revolution wurden die Juden wirtschaftlich und gesellschaftlich gleichberechtigt. In vielen Ländern hat man die Juden aus wirtschaftlichen, kulturellen, politischen und religiösen Gründen verfolgt. Den Höhepunkt bildete der nationalsozialistische Antisemitismus, der die Juden aus rassistischen Gründen ausrotten wollte. Im sogenannten „Dritten Reich“ wurden 5–6 Millionen europäischer Juden ermordet. Seit 1948 gibt es wieder einen jüdischen Staat Israel, der sich durch Zuwanderung von Juden aus aller Welt ständig vergrößert.

Jugendweihe: Feier bei der Schulentlassung der Jugendlichen der DDR, mit der die Aufnahme in die Reihe der Staatsbürger vollzogen wird.

Jungdemokraten: Nachwuchsorganisation der F.D.P. Genaue Bezeichnung: Deutsche Jungdemokraten. Mitglieder müssen nicht Parteiangehörige sein.

Junge Union (JU): Nachwuchsorganisation der CDU. Mitglieder müssen nicht Parteiangehörige sein.

Junktim: Verkopplung von Gesetzen oder Verträgen, die nur gemeinsam angenommen werden können.

JUSOS: Kurzwort für Jungsozialisten. Alle Mitglieder der SPD bis zum Alter von 35 Jahren sind Angehörige dieser Nachwuchsorganisation der SPD.

Kabinett: Bezeichnung für die Regierung eines Landes. In der BRD besteht es aus dem Bundeskanzler und den Bundesministern.

Kalter Krieg: Auseinandersetzung zwischen den Ost- und Westblockstaaten mit propagandistischen, politischen oder wirtschaftlichen Mitteln.

Kapital: Das Vermögen, das derjenige, der es besitzt, so einsetzt, daß es sich möglichst schnell und stark vermehrt.

Kapitalismus: Eine Wirtschaftsform, die sich durch den staatlich ungehinderten Kapitalbesitz des einzelnen kennzeichnet. Der Unternehmer ist der Besitzer der Produktionsmittel. Gegensätze sind Sozialismus und Kommunismus (siehe dort).

KG = Kommanditgesellschaft: Handelsgesellschaft, bei der neben den persönlich unbeschränkt haftenden Gesellschaftern andere nur mit ihrem Vermögen haften und an der Geschäftsführung nicht beteiligt sind.

Koalition: Zusammenschluß von zwei oder mehreren Parteien zur Bildung einer Regierung.

Koexistenz: Friedliches Nebeneinanderleben zweier Staaten von unterschiedlichen Gesellschafts- und Wirtschaftsformen.

Kolchose: Ein in der Sowjetunion üblicher landwirtschaftlicher Großbetrieb, der von seinen Mitgliedern gemeinsam bewirtschaftet wird. Die landwirtschaftlichen Geräte, das Vieh und der Grund und Boden sind gemeinsamer Besitz, und der erarbeitete Gewinn wird auf die Mitglieder der Kolchose verteilt (siehe auch Genossenschaft und LPG).

Kollektivschuld: Gemeinsame Haftung eines Volkes oder einer Gruppe von Menschen für Handlungen seiner Führung im Namen des Volkes oder der Gruppe. Beispiel: Die Mitschuld aller Deutschen an den Verbrechen des Nationalsozialismus. Nach dem Nürnberger Prozeß wurde diese Behauptung als unrichtig fallen gelassen.

Kommune: 1. Gemeinde im Sinne von Dorf oder Stadt. – 2. Sozialistisch-kommunistische Lebensweise in Form einer Großfamilie mit Güter- und Sexualgemeinschaft.

Kommunikation: Mitteilung – Verbindung – Verkehr. Das wichtigste Kommunikationsmittel ist die Sprache. Im weitesten Sinne gelten Filme, Fernsehen und Funk sowie Bücher und Zeitschriften als Kommunikationsmittel. Sie verbinden Menschen in aller Welt (Siehe auch unter dem Stichwort Massenmedien.)

Arbeitsaufwand (abgerundet) für ausgewählte Konsumgüter

(bei Industriearbeitern: nach US News and World Report bzw. "Der Spiegel" vom 8. 10. 1973, Durchschnitte)

	USA	Japan	BRD	Schweden	Gesamt europäischer Durchschnitt	Frankreich	
1 Kraftwagen	15	45	22,5	27,5	22,5	35	Wochen
1 Waschmaschine	61,5	78,5	66,5	107,5	118	18,5	Stunden
1 Fernschreiber	36	87,5	69	62	99	125	Stunden
1 Heißwasserboiler	6,5	7,5	9	8	9,5	12,5	Stunden
1 Elektr. Bügel	13	33	28	18	16	44	Minuten
1 Pfand-Brot	4	14	7	7	8	7	Minuten
12 Eier	11	22	21	18	24	33	Minuten
1 Flasche Whisky	1,5	3,5	2	3,5	3	4	Minuten
Alle diese Waren	305	1040	1045	1280	1030	1650	

Kommunismus: Politische Lehre, die die klassenlose Gesellschaft erstrebt. Statt Privateigentum gibt es Allgemeineigentum. Die Wirtschaft ist geplant und sozialisiert (verstaatlicht).

Kompromiß: Mittelweg oder Vergleich durch beiderseitiges Nachgeben.

Konjunktur: Wirtschaftliche Gesamtlage, die in verschiedenen Zeiten wechseln und gut oder schlecht sein kann. Bei besonders guter Wirtschaftslage spricht man von Hochkonjunktur, bei besonders schlechter von einer Krise.

Konservativ: Festhalten am Bestehenden und Ablehnen von Neuerungen.

Konsum: Verbrauch von Gütern materieller und geistiger Art.

Konsumgesellschaft: Industriegesellschaft, deren Wünsche nicht von echtem Bedürfnis, sondern unter Einfluß intensiver Werbung künstlich geweckt werden.

Konvertierbarkeit der Währungen: Im eigenen Land können ausländische Zahlungsmittel ohne Begrenzung verwendet und ein- und ausgeführt werden.

Konzentrationslager: Lager, in denen politische und sonstige Gegner eines Systems ohne rechtliche Grundlagen aus politischen, rassistischen, religiösen und anderen Gründen gefangengehalten werden. Der nationalsozialistische Staat errichtete nach sowjetischem Vorbild KZs sowohl für Gewohnheitsverbrecher als auch für ideologische Gegner im Deutschen Reich und in den eroberten Gebieten. Über 10 Millionen Menschen wurden in diesen Lagern inhaftiert und unmenschlich behandelt. Sie wurden zu medizinischen Experimenten mißbraucht und dienten besonders als Arbeitsklaven für die Rüstungsindustrie. Nach Schätzungen kamen in den Jahren 1933-1945 in den Lagern Auschwitz, Buchenwald, Dachau und anderen etwa 7 Millionen Menschen, darunter vor allen Dingen Juden, um.

KPD = Kommunistische Partei Deutschlands: 1918 gegründete kommunistische Partei mit revolutionären Zielen. 1956 in der BRD als verfassungswidrig verboten (siehe DKP).

Kreis: Zusammenfassung mehrerer Gemeinden zu einem Verwaltungsbezirk.

Kultur: Bezeichnung für die Pflege der geistigen, körperlichen und seelischen Anlagen des Menschen.

Landtag: Vom Volk gewählte Volksvertretung eines Bundeslandes in der Bundesrepublik. Der Landtag, das Parlament der Länder, entspricht dem Bundestag, dem Parlament der Bundesrepublik. Abkürzung für Mitglieder des Landtages: MdL.

Legalität: Rechtmäßigkeit im Sinne von Verfassung und Gesetzen.

Legislative: Gesetzgebung (siehe Gewaltenteilung).

Legislaturperiode: Zeitraum für die Amtsdauer eines gewählten Parlamentes. Der Bundestag der BRD wird alle vier Jahre neu gewählt.

Leninismus: die auf Lenin zurückgehende, in Rußland gültige Form des Kommunismus (siehe auch Marxismus).

Lesung: Beratung und Abstimmung über Gesetzentwürfe im Parlament. Im deutschen Bundestag sind für jedes Gesetz drei Lesungen vorgeschrieben.

Liberalismus: Politische Lehre, die die möglichst freie Entfaltung des einzelnen im Rahmen einer rechtsstaatlichen Ordnung erstrebt. Das höchste Ziel des Liberalismus ist die Freiheit, die sich auch auf Wirtschaft und Kultur beziehen soll.

Linke und Rechte: Im Parlament besteht eine Sitzordnung, die diese Bezeichnungen geprägt hat. Vom Rednerpult aus gesehen sitzt z.B. die SPD im Bundestag links und die F.D.P. rechts. Dadurch ergaben sich die Vorstellungen, was „links“ und „rechts“ bedeuten. Links galt früher als fortschrittlich, gesellschaftsverändernd, international; rechts dagegen als konservativ, national, Eintreten für Privateigentum. Diese Vorstellungen stimmen heute nicht mehr, denn die äußerste Linke und die äußerste Rechte sind heute meist totalitär und nicht mehr im Bundestag vertreten. (Siehe auch Links- und Rechtsextremismus.)

Linksextremismus: Übersteigerung eines politischen Standpunktes. Die „Linken“ wollen bestehende Verhältnisse mit Gewalt ändern, ohne eine Vorstellung der neuen Ordnung zu haben und sie vorher mitzuteilen. Die bestehende Verfassung wird mißachtet.

LPG = Landwirtschaftliche Produktionsgenossenschaft: Genossenschaftlicher Zusammenschluß der in der Landwirtschaft der DDR Beschäftigten. Die LPG entspricht den Kolchosen in der Sowjetunion.

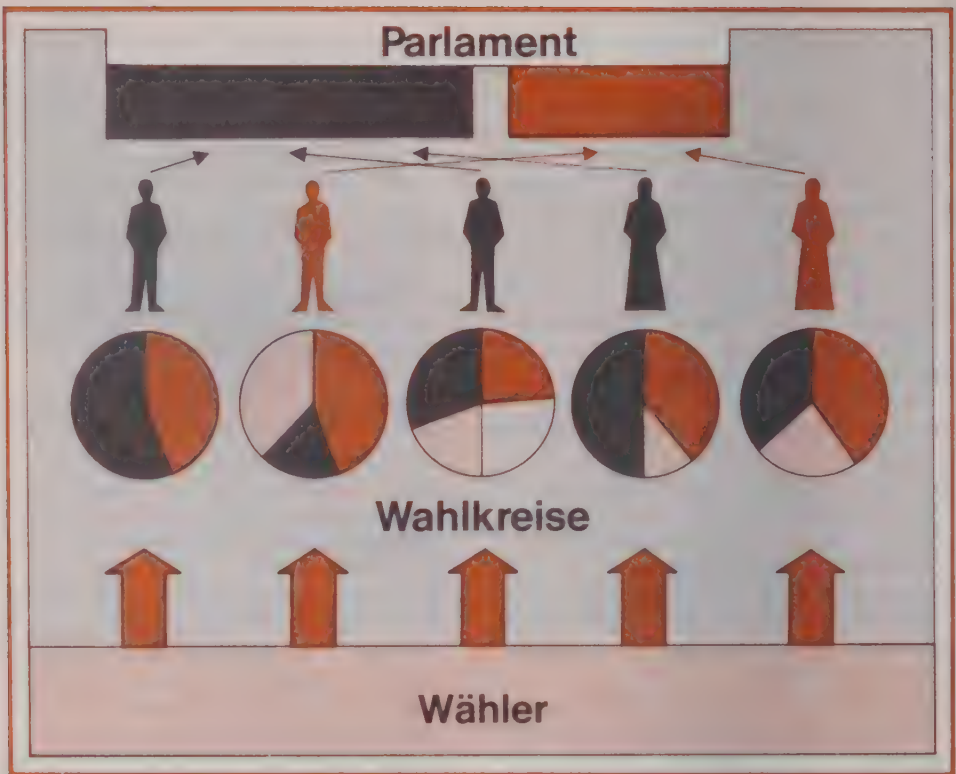


Schaubild Mehrheitswahl. Der Kandidat, der in seinem Wahlkreis die meisten Stimmen erhält, ist gewählt. Die anderen Stimmen gehen verloren.

Magistrat: Leitende Verwaltungsbehörde einer Stadt in mehreren Bundesländern. Der Vorsitzende ist der Bürgermeister.

Mandat: Durch die Wahl erteilter Auftrag an einen Volksvertreter, die Rechte des Volkes im Parlament wahrzunehmen.

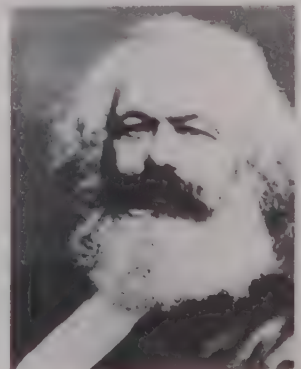
Manipulation: Bewußte Lenkung und Beeinflussung der öffentlichen Meinung, um eine bestimmte Ansicht durchzusetzen.

Marktwirtschaft: Wirtschaftssystem, in dem die Marktbedingungen von Angebot und Nachfrage ohne staatliche Einmischung bestimmt werden. Kennzeichen der Marktwirtschaft sind freier Wettbewerb und freie Preisbildung.

Marxismus: Bezeichnung für die von Marx und Engels aufgestellte sozialistische Lehre, nach der die Entwicklung der Menschheit allein von wirtschaftlichen Verhältnissen bestimmt wird. Hauptmerkmal der Geschichte ist der Kampf der ausgebeuteten Arbeiterklasse

gegen die besitzende Klasse der Kapitalisten. Ziele des Marxismus sind die Diktatur des Proletariats (Arbeiterklasse) und Übergang zur klassenlosen Gesellschaft.

Massenmedien: Sammelbezeichnung für Zeitungen, Zeitschriften, Film, Funk und Fernsehen.



Karl Marx
(1818–1883)

Mehrheit: In der Demokratie die Möglichkeit, durch Wahl oder Abstimmung den allgemeinen Willen zu ermitteln. Die absolute Mehrheit umfaßt mehr als die Hälfte der Stimmberechtigten, einfache oder relative Mehrheit mehr als die Hälfte der Stimmen der anwesenden Abstimmenden.

Mehrheitswahl: Wahlsystem, nach dem derjenige Kandidat in einem Wahlkreis gewählt ist, der entweder mehr als 50% aller abgegebenen Stimmen oder die meisten Stimmen aller Bewerber erhalten hat. In der BRD wird der Bundestag nach einem gemischten Mehrheits-Verhältnisswahlssystem gewählt. (Siehe auch Verhältniswahl.)

Meinungsfreiheit: Wichtiges demokratisches Grundrecht, die eigene Meinung in Wort, Bild und Schrift frei zu äußern und zu verbreiten. Sie umfaßt außerdem das Recht, sich aus allgemein zugänglichen Quellen ungehindert zu unterrichten.

Menschenrechte: Die Menschenrechte sind ewige unveräußerliche Rechte eines jeden Menschen, z. B. das Recht auf Leben, auf persönliche Freiheit, auf Gleichheit vor dem Gesetz und auf Privateigentum. Sie wurden zum ersten Mal 1776 in der Unabhängigkeitserklärung der Vereinigten Staaten von Amerika verkündet. Als Grundrechte sind sie heute in die Verfassungen vieler Länder aufgenommen. Sie sind im Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland enthalten. Die Vereinten Nationen (siehe dort) haben sich 1948 zu diesen Grundfreiheiten bekannt und sie in ihren Satzungen aufgenommen.

Militärdiktatur: Die Macht des Staates befindet sich in den Händen einer Gruppe von Offizieren und der bewaffneten Streitkräfte. Über 40 Staaten der dritten Welt (siehe dort) werden von Militärs regiert.

Militarismus: Die Politik eines Staates, die von militärischem Denken beherrscht wird. Das gesamte staatliche, private und gesellschaftliche Leben wird mit militärischen Formen durchsetzt.

Minister: Mitglied der Regierung eines Landes, der für einen bestimmten Amtsbereich in der Regierung verantwortlich ist, z. B. für die Außenpolitik, die Innenpolitik, die Finanzen, die Wirtschaft, die Ernährung, die Landwirtschaft usw.

Ministerpräsident: Leiter der Regierung in den Bundesländern der BRD. Der Ministerpräsi-

dent wird in der Demokratie von den Volksvertretern gewählt und kann durch ein Mißtrauensvotum gestürzt werden.

Mißtrauensvotum: Erklärung des Parlaments, daß es mit seiner Mehrheit der Regierung, dem Ministerpräsidenten oder einem Minister das Vertrauen entzieht.

Mitbestimmung: Teilnahme der Arbeitnehmer an der wirtschaftlichen und sozialen Verantwortung des Betriebes. Jeder Betrieb, der mehr als fünf wahlberechtigte Arbeitnehmer hat, wählt einen Betriebsrat, der in sozialen und personalen Dingen Mitspracherecht besitzt.

Mittelstand: Die Bevölkerungsschicht, die durch Einkommen und Lebensstandard in der Mitte der sozialen Einstufung steht. Heute Handwerker, Angestellte, Selbständige und freie Berufe.

Monarchie: Sie ist eine Staatsform, bei der eine Person (Kaiser, König oder Landesfürst) das selbständige und dauernde Staatsoberhaupt ist. Man spricht von einer Wahlmonarchie, wenn das Staatsoberhaupt auf Lebenszeit gewählt wird (Beispiel: Hl. Röm. Reich Deutscher Nation), von einer Erbmonarchie, wenn nach dem Tode des Fürsten der nächste Verwandte den Thron besteigt (z. B. England), von einer absoluten Monarchie, wenn der Monarch ohne Kontrolle durch das Volk oder Parlament herrscht (Zeit des Absolutismus), von einer ständischen Monarchie, wenn der Fürst bei der Ausübung der staatlichen Gewalt durch die Stände (Adel, Geistlichkeit usw.) eingeschränkt wird, von einer konstitutionellen Monarchie, wenn der Monarch durch eine Volksvertretung in den Regierungsrechten eingeschränkt wird (z. B. Dt. Reich von 1871 bis 1918 und England), und einer parlamentarischen Monarchie, wenn alle Regierungsrechte beim Parlament liegen (z. B. Schweden).

Monopol: Marktbeherrschende Stellung durch einen Einzelnen, eine Gruppe oder den Staat. Der Hersteller oder Verkäufer kann den Preis nach Belieben bestimmen, da er allein die Ware anbietet, z. B. Branntwein- und Zündholzmonopol in der BRD. Zu einem Staatsmonopol gehört außerdem die alleinige Verfügung über eine Dienstleistung (z. B. Post, Bahn).

Mündigkeit: Volljährigkeit – Fähigkeit zur Aufnahme rechtlicher Handlungen, tritt

nach Vollendung des 18. Lebensjahres ein (siehe Rechtsfähigkeit).

Nation: Gemeinschaft einer Bevölkerung mit gleichem Siedlungsgebiet, gleicher Sprache, Kultur und Geschichte.

Nationalismus: Eine Staatsauffassung, die ausschließlich auf den Vorteil des eigenen Landes sieht und für den eigenen Staat, oft auf Kosten anderer Länder, eine führende Stellung erstrebt. Seit der Französischen Revolution bestimmte der Nationalismus bei fast allen Völkern die Politik, er trägt die Schuld an den meisten Kriegen der Neuzeit.

Nationalsozialismus: Die von Hitler geführte politische Bewegung, die in der Nationalsozialistischen Deutschen Arbeiterpartei (NSDAP) zusammengefaßt war. Lehnte die Demokratie ab und verlangte, daß der Einzelne sich dem Staat ganz unterwerfen müsse. Andere Kennzeichen: absolute Herrschaft Hitlers, Nationalismus, Rassendünkel, Imperialismus. Die 1933 errichtete Diktatur des Nationalsozialismus brach mit der Niederlage Deutschlands im 2. Weltkrieg zusammen.



Hitler bei einer seiner Kriegsreden

NATO = North Atlantic Treaty Organization (Der Nordatlantikpakt): ist ein Verteidigungsbündnis, das 1949 zwischen den USA, Canada, Großbritannien, Frankreich, Italien, Belgien, den Niederlanden, Luxemburg, Dänemark, Norwegen, Island und Portugal

zur gegenseitigen Verteidigung beschlossen wurde. 1952 traten noch Griechenland und die Türkei, 1954 auch die BRD bei. Das ursprünglich wegen der Spannungen zwischen Ost und West geschlossene Bündnis hat auf östlicher Seite den Warschauer Pakt als Gegenstück (siehe dort).

Naturrecht: Bezeichnung für ein überzeitliches und überall gültiges Recht, dessen Grundlagen in der Natur vorgegeben sind. Die Menschenrechte gründen sich auf das Naturrecht.

Neutralität: Staaten, die sich nicht am Krieg zwischen anderen Staaten beteiligen und keinen der Kriegführenden unterstützen, sind neutral. Neutralität ist also Nichteinmischung bei Konflikten oder kriegerischen Auseinandersetzungen. – Mit Neutralität kann man ferner auch Parteilosigkeit bezeichnen.

Notstandsgesetze: Sie enthalten Schutzmaßnahmen für die Bevölkerung im Verteidigungsfall und für die einem Krieg vorausgehenden militärischen Spannungszeiten. Außerdem können sie bei Naturkatastrophen in Kraft treten. Dazu wurde das Grundgesetz in einigen Punkten so geändert, daß ein Teil der gesetzgebenden Befugnisse vom Parlament auf die Regierung übertragen wurde. Im Falle eines Notstandes können z. B. Männer zum Wehrdienst einberufen werden. Dies gilt auch für Frauen, die zum Dienst in Krankenhäusern, Lazaretten usw. dienstverpflichtet werden können.

NPD = Nationaldemokratische Partei Deutschlands: 1964 gegründete rechtsradikale Partei, die in ihren Zielen dem Nationalsozialismus nahekommt.

NSDAP = Nationalsozialistische Deutsche Arbeiterpartei: Sie wurde bei Hitlers Machtübernahme 1933 die einzige Partei. Durch sie wurden alle Zweige des politischen und kulturellen Lebens gleichgeschaltet und nach den Gedanken der Partei umgeformt. Gegner des Regimes kamen ins Konzentrationslager. Hitlers Ziel war die Errichtung eines germanisch-großdeutschen Reiches, das er durch aggressive Außenpolitik und den 2. Weltkrieg erreichen wollte. Das geplante „Tausendjährige Reich“ endete mit der Katastrophe von 1945.

Nukleare Waffen: Waffen mit atomaren Sprengköpfen.

Oder-Neiße-Linie: Sie wurde auf der Konferenz von Potsdam 1945 als vorläufige Ostgrenze Deutschlands festgelegt. Sie verläuft entlang der Oder und Neiße, wodurch Ostpreußen, Pommern, Schlesien und Teile Brandenburgs abgetrennt und der Verwaltung Polens (bzw. Sowjetrußlands für das nördliche Ostpreußen) unterstellt wurden. Die endgültige Grenzziehung soll einem Friedensvertrag vorbehalten bleiben. Vorbesprechungen wurden von Bundeskanzler Brandt im Jahre 1970 aufgenommen. In den 1972 abgeschlossenen Ostverträgen (siehe dort) wurde bekräftigt, daß die zur Zeit bestehenden Grenzen unverletzlich sind.

Öffentliche Meinung: Sie ist das Ergebnis der Meinungsbildung, die vor allen Dingen durch die Massenmedien Presse, Funk und Fernsehen bestimmt wird. Sie bezieht sich auf allgemein interessierende Fragen der Politik, der Wirtschaft und der Kultur. In Staaten mit Presse- und Meinungsfreiheit können sich die Menschen anhand des Angebotes eine eigene Meinung bilden. In nichtdemokratischen Staaten wird die Meinung gezielt manipuliert (siehe Manipulation).

OHG = Offene Handelsgesellschaft: Sie ist die klassische Form der Personengesellschaft. Die Gesellschafter haften für die Verbindlichkeiten der Gesellschaft mit ihrem ganzen Vermögen.

Okkupation: Besetzung eines Staatsgebietes durch fremde Truppen. Beispiel: Besetzung der CSSR durch die UdSSR und andere Ostblockstaaten 1968.

Opposition: Die nicht an der Regierung beteiligten Parteien. Ihre Hauptaufgaben sind: Kontrolle und Kritik an der Regierung und den Regierungsparteien sowie Ausarbeitung und Vorschläge eigener Ideen.

Ostblock: Bezeichnung für die kommunistischen Staaten, die mit der UdSSR militärisch, politisch und wirtschaftlich im Warschauer Pakt und Comecon zusammengeschlossen sind.

Ostgebiete des Deutschen Reiches: Ostpreußen, Teile von Pommern, Schlesien und Brandenburg, die seit 1945 unter polnischer bzw. sowjetischer Verwaltung stehen. Ihre Westgrenze ist die Oder-Neiße-Linie (siehe dort).

Ostverträge: Bezeichnung des Moskauer Vertrages mit der Sowjetunion und des War-

schauer Vertrages mit Polen von 1970. Der Moskauer Vertrag enthält eine Gewaltverzichtserklärung, die bei allen strittigen Fragen angewandt werden soll. Die Politik der Bundesrepublik Deutschland und der Sowjetunion soll der Sicherung des Friedens in der Welt dienen. Die zur Zeit in Europa bestehenden Grenzen werden als unverletzlich anerkannt. Der Warschauer Vertrag bekräftigt ebenfalls, daß die bestehenden Grenzen unverletzlich sind und daß keiner der Staaten Gebietsansprüche an den anderen hat. Polen und die Bundesrepublik Deutschland wollen ihre Beziehungen zueinander verbessern. Die Ostverträge wurden 1972 vom Bundestag ratifiziert.

Pariser Verträge: 1955 geschlossenes Abkommen zwischen der BRD, den USA und westeuropäischen Staaten, durch die das Besatzungsstatut aufgehoben und die BRD ihre Souveränität zurückerhalten hat. Gleichzeitig erfolgte die Aufnahme der BRD in die NATO.

Parlament: Volksvertretung, die die gesetzgebende Gewalt im Staat ausübt. Sie besitzt das Recht der Gesetzgebung und der Ratifizierung internationaler Verträge. Weitere Aufgaben sind die Kontrolle der Regierung, die Genehmigung des Haushaltsplanes und der Steuern. (Siehe auch Bundestag.)



Besetzung Prags durch sowjetische Truppen im August 1968



Bundestag der Bundesrepublik Deutschland

Partei: Eine Partei ist ein Zusammenschluß von Staatsbürgern, die ein gemeinsames politisches Ziel und ein Programm haben, wie der Staat aussehen soll. Ihr Hauptziel ist, Abgeordnete ins Parlament zu bringen und Gesetze nach ihren Vorstellungen zu schaffen. Die wichtigste Aufgabe sieht jede Partei darin, allein oder mit einer anderen Partei zusammen die Regierung zu übernehmen. Die wichtigsten Parteien der BRD sind CDU, CSU, FDP, SPD.

Partisanen: Bewaffnete Widerstandskämpfer, die nicht zu den regulären militärischen Verbänden gehören. Der Kampf der Partisanen richtet sich vor allem gegen feindliche Besatzungsmächte.

Pazifismus: Ablehnung jeden Krieges, auch des Verteidigungskrieges und damit der Wille zum Frieden um jeden Preis. Die Pazifisten fordern Kriegsdienstverweigerung und friedliche Lösung politischer Konflikte aus religiösen, sittlichen oder politischen Gründen.

Petitionsrecht: Das im Grundgesetz der BRD verankerte Recht, Eingaben, Bitten und Beschwerden an zuständige Stellen und an das Parlament zu richten.

Planwirtschaft: Einheitliche geplante Lenkung des Wirtschaftslebens durch eine zentrale Stelle des Staates. Die Planwirtschaft ist die vorherrschende Wirtschaftsform in den Ostblockstaaten. Gegensatz dazu: Marktwirtschaft.

Plenum: Vollversammlung eines Parlamentes oder der Gesamtheit der Mitglieder einer Körperschaft.

Pluralismus: Zusammenleben der Vielfalt gesellschaftlicher Gruppen mit verschiedenen Zielen im Sinne von Gleichberechtigung.

Politik: Bewußtes Denken und Handeln zum Wohle der Gesamtheit der Staatsbürger. Ihr Ziel ist die Sicherung und Ordnung der Menschen von der kleinsten Gruppe bis zur Weltpolitik. Im weitesten Sinne bedeutet Politik außerdem die Kunst der Staatsführung.

Polizei: Zweig der staatlichen Verwaltung zur Aufrechterhaltung von Sicherheit, Ruhe und Ordnung, zur Verbrechensbekämpfung, zum Schutz der Bürger und der öffentlichen Sittlichkeit, sowie der Regelung des Straßenverkehrs und anderer Aufgaben (z. B. Bahn-, Grenzpolizei).

Potsdamer Abkommen: Nach der Kapitulation Deutschlands 1945 vereinbarten die Siegermächte USA, England und die Sowjetunion eine gemeinsame Politik: Entmilitarisierung Deutschlands, Aufteilung in Besatzungszonen, Abtretung der Ostgebiete bis zur endgültigen Regelung im Friedensvertrag, Bestrafung der Kriegsverbrecher, Leistung von Kriegsentschädigungen.

Pressefreiheit: Eines der Grundrechte, das die Freiheit der Verbreitung von Nachrichten, Berichten und Meinungen in gedruckter Form garantiert. Sie schützt außerdem auch die Presse als Einrichtung.

Produktionsmittel: Die Gesamtheit der Arbeitsmittel und Arbeitsgegenstände, die zur wirtschaftlichen Produktion notwendig sind, z. B. Rohstoffe, Maschinen, Geräte usw.

Progressive: Von progressiv (lat.) abgeleitet, bedeutet stufenweise fortschreitend, fortschrittlich. Oft gebrauchter Ausdruck für Politiker, die im Gegensatz zu rückständigen Kräften stehen.

Proletarier: Von Marx verwendete Bezeichnung für die besitzlosen, vom Unternehmer völlig

abhängigen und auf Lohnarbeit angewiesenen Arbeiter. Mit Proletariat bezeichnet man auch die besitzlose Klasse.

Provokation: Bedeutet Herausforderung, Aufwiegelung oder Aufreizung.

Putsch: Aufstand gegen eine Regierung mit dem Ziel, die Macht im Staat an sich zu reißen.

Radikalismus: Politische Haltung gegen die bestehende Ordnung, die mit Mitteln der Gewalt grundlegende Änderungen durchführen will.

Ratifikation: Bestätigung eines Vertrages durch das Parlament.

Rationalisierung: Zweckmäßige und sparsame Organisation zum möglichst wirtschaftlichen Einsatz der Arbeitskraft in der Produktion der Wirtschaft und Verwaltung.

Reaktion: Festhalten an überholten Auffassungen.

Recht: Norm zum Zusammenleben in einer Gemeinschaft. Das Recht regelt das Verhalten in einer Gemeinschaft, z. B. einer Gemeinde, eines Landes oder Staates. Es gibt aber auch ein Recht der Völker unter-

Die Potsdamer Konferenz 1945



Potsdamer Konferenz 17. 7. bis 2. 8. 1945



Allierter Kontrollrat
30. 8. 1945



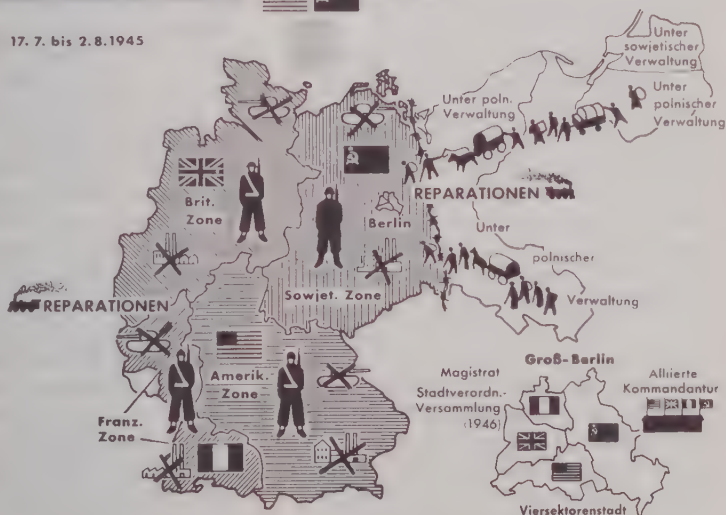
Kapitulation 8. 5. 1945



Jalta 12. 2. 1945



Teheran 1. 12. 1943



einander (siehe Völkerrecht). In einigen Ländern (z. B. in England) existiert ein ungeschriebenes Recht. Die Grundlagen des Rechtes in der BRD bilden die Verfassungen und die Gesetze.

Rechtsextremismus: Ablehnung von Veränderungen in Staat und Gesellschaft. Anerkennung der alten Ordnung, restlose Unterordnung unter die Führung des Staates ohne Benutzung der demokratischen Rechte, die durch die Verfassung garantiert sind. Übertriebenes Nationalgefühl und Geringschätzung anderer Nationalitäten.

Rechtsfähigkeit: Mit der Geburt wird der Mensch rechtsfähig, er wird Träger von Rechten und Pflichten. Der werdende, aber noch nicht geborene Mensch wird als geboren und damit als rechtsfähig angesehen, wenn es sein Vorteil erfordert.

0.–7. Lebensjahr: Das Kind ist geschäftsunfähig und deliktunfähig. Es kann noch keine Verträge abschließen und haftet auch nicht für begangene oder unerlaubte Handlungen, z. B. Sachbeschädigungen.

8.–18. Lebensjahr: Der junge Mensch ist beschränkt rechtsfähig. Er kann in steigendem Maße mit wachsender Einsicht und Reife am Rechtsleben teilnehmen, wird aber noch weitgehend von seinen gesetzlichen Vertretern (meistens den Eltern) vertreten. Der junge Mensch ist für von ihm begangene unerlaubte Handlungen beschränkt verantwortlich, d. h. nur, sofern er das Unrecht der Tat einsehen konnte.

14.–18. Lebensjahr: Als „Jugendlicher“ unterliegt er beschränkt der strafrechtlichen Verantwortung für von ihm begangene Straftaten (Jugendstrafrecht), wenn er die nötige Einsicht hatte und danach handeln konnte.

ab 16 Jahren: Im öffentlichen Leben wird der Jugendliche von verschiedenen Beschränkungen befreit. Er kann z. B. ohne Begleitung der Eltern Gastwirtschaften aufsuchen, in der Öffentlichkeit rauchen oder bis 23 Uhr allein einen für Jugendliche ab 16 Jahren freigegebenen Film besuchen. Er kann den Führerschein der Klassen 4 und 5 erwerben. In einem Betrieb mit mehr als fünf jugendlichen Beschäftigten kann er zum Jugendvertreter des Betriebsrates gewählt werden. Vom Beginn des 16. Lebensjahres an kann er ein Testament errichten und vor Gericht als Zeuge vereidigt werden.

ab 18 Jahren: Seit 1. 1. 1975 ist der junge Mensch mit 18 Jahren voll und uneingeschränkt geschäftsfähig. Er kann sämtliche Geschäfte selbständig abschließen, ohne auf die Mitwirkung Dritter angewiesen zu sein. Außerdem wird er voll prozeßfähig. Er kann frei darüber entscheiden, welchen Beruf er ausüben und wo er seinen Wohnsitz nehmen will. Geld von den Eltern bekommen die Volljährigen nur, wenn sie sich noch in einer Schul-, Berufs- oder Hochschulausbildung befinden. Alle anderen müssen für sich selbst sorgen. Achtzehnjährige können von ihrem Wahlrecht Gebrauch machen und als Abgeordnete in den Bundestag gewählt werden. Mit Vollendung des 18. Lebensjahres wird der junge Mensch wehrpflichtig. Das Ehemündigkeitsalter ist für Mann und Frau jetzt einheitlich das 18. Lebensjahr. Im Einzelfall kann das Alter unter bestimmten Voraussetzungen auf das 16. Lebensjahr herabgesetzt werden, wenn ein Partner volljährig ist. Mit 18 Jahren können die Führerscheine aller Klassen erworben werden. Die Volljährigkeit schließt das Wahlrecht des Arbeitnehmers für und in den Betriebsrat mit ein. In Strafverfahren gegen Heranwachsende (18 bis 21 Jahre) kann noch das Jugendstrafrecht angewandt werden. Voraussetzung ist, daß die „Gesamtwürdigung der Persönlichkeit ergibt, daß er zur Zeit der Tat nach seiner geistigen und körperlichen Entwicklung noch einem Jugendlichen gleichstand“.

Rechtsstaat: Ein Staat, in dem der Gesetzgeber an die Verfassung, die vollziehende Gewalt und die Rechtsprechung an Gesetze und Rechte gebunden ist. Die Rechtsgarantien sind die Grundrechte, die Gewaltenteilung und die Kontrolle der Verwaltung durch unabhängige Gerichte.

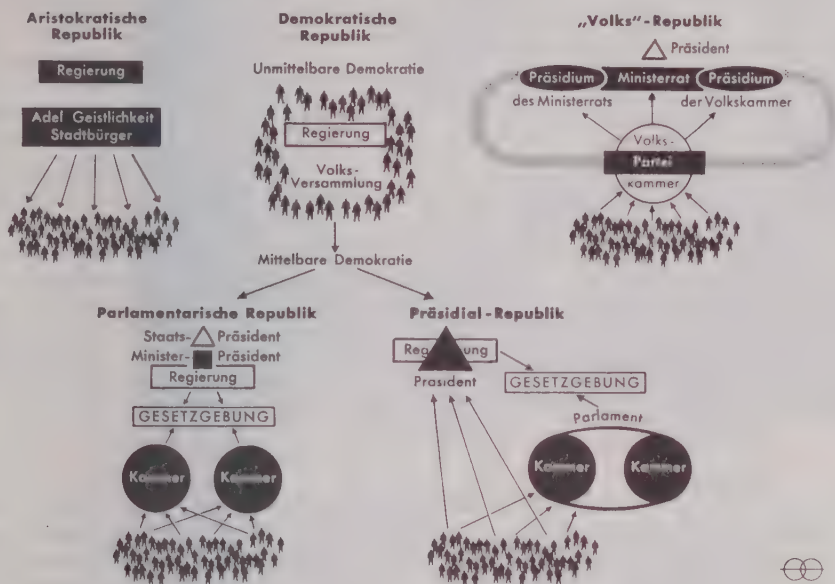
Redefreiheit: Siehe Meinungsfreiheit.

Regierung: Oberstes ausführendes Organ, das sowohl die Politik als auch die gesamte Verwaltung eines Staates leitet.

Religionsfreiheit: Recht auf Freiheit des religiösen Bekenntnisses und ungestörte Religionsausübung. Als Grundrecht in allen Staaten anerkannt.

Renten: Laufendes Einkommen ohne Arbeit aus Vermögen oder einem Recht, z. B. Alters- oder Hinterbliebenenrente, die auf Grund einer Versicherung gezahlt wird.

Die Staatsorgane der Republik



Reparationen: Ausgleichsleistungen, Wiedergutmachung, Schadenersatzleistungen, die den Besiegten nach einem Kriege vom Sieger auferlegt werden. Sie können aus Zahlungen, Demontagen, Warenlieferungen und ähnlichem bestehen.

Republik: Eine Staatsform, in der das Volk oder Gruppen des Volkes (Parteien) regieren. An der Spitze einer Republik steht heute meist ein direkt vom Volk (wie in der Weimarer Republik) oder ein vom Parlament für eine bestimmte Zeit gewählter Präsident (wie in der BRD).

Revanchismus: Streben nach Wiedererlangung verllorener Gebiete und Besitzungen sowie Vergeltung für eine Niederlage im Krieg.

Revolution: Änderung der Staatsform durch Gewalt oder Gewaltandrohung. Revolutionen brechen aus, wenn große Teile des Volkes mit der bestehenden sozialen Ordnung unzufrieden sind und ihre Forderungen nach größeren politischen und wirtschaftlichen Rechten von den Machthabern nicht erfüllt werden. So werden Revolutionen oft

zu gestaltenden Kräften in der Geschichte, z. B. die Französische Revolution und die Oktoberrevolution. Aber auch grundlegende wissenschaftliche Änderungen unseres Weltbildes (Kopernikus) kann man als Revolutionen bezeichnen.

Richter: Beamte, denen die Entscheidungen über Rechtsfragen anvertraut sind. Sie werden vom Staat auf Lebenszeit zum Richter ernannt. Richter sind unabsetzbar und nicht an Weisungen von vorgesetzten Dienststellen gebunden. Sie sprechen das Recht nach den bestehenden Gesetzen und sind darüber hinaus nur ihrem Gewissen unterworfen. Neben den Berufsrichtern gibt es auch Laienrichter, die keine Juristen sind. (Siehe Schöffe.)

Satellitenstaat: Ein kleiner Staat, der von einer Großmacht abhängig ist.

SBZ = Sowjetisch besetzte Zone Deutschlands: 1945 von sowjetischen Truppen besetzt und verwaltet. Ab 7.10.1949 durch die russische Besatzungsmacht zur DDR als mitteldeutscher Teilstaat erhoben.



Am 14. Juli 1789 stürmen die „Sansculottes“ aus dem Pariser Faubourg (Vorstadt) St.-Antoine die von knapp hundert inaktiven Soldaten verteidigte Bastille, die als Kerker mißliebiger Intellektueller und anderer Gegner des Regimes zum Symbol fürstlicher Willkür geworden war

Schiedsmann: Eine ehrenamtliche Person, die in Privatklagen eine gütliche Beilegung des Streites zu erreichen sucht.

Schlichtung: Verfahren zur Beilegung von Streitigkeiten zwischen Arbeitgebern und Gewerkschaften. Die Parteien bilden ein Schiedsgericht, das aus einem neutralen Vorsitzenden und der gleichen Anzahl von Arbeitgebern und Arbeitnehmern besteht. Der gefällte Schiedsspruch ist für beide Parteien bindend.

Schöffe: Ehrenamtlicher Laienrichter ohne juristische Vorbildung, der als Beisitzer in einem Strafprozeß mitwirkt. Er hat das gleiche Stimmrecht wie ein Berufsrichter. Jeder Deutsche in der BRD, der 30 Jahre alt und nicht vorbestraft ist, kann zum Schöffem gewählt werden. Das Amt kann nicht abgelehnt werden und wird auf die Dauer von 2 Jahren festgelegt.

Schule: Das Schulwesen der BRD untersteht, wie alle kulturellen Einrichtungen, den Ländern und weist erhebliche Verschiedenheiten auf. Die Schulpflicht beginnt mit dem 6. Lebensjahr. Sie endet mit dem vollendeten 18. Lebensjahr. Die öffentlichen und privaten Schulen haben die Aufgabe, Kinder und Jugendliche durch planmäßigen Unterricht zu erziehen und Wissen und Bildung zu vermitteln. Das gesamte Schulwesen der BRD steht unter der Aufsicht des Staates.

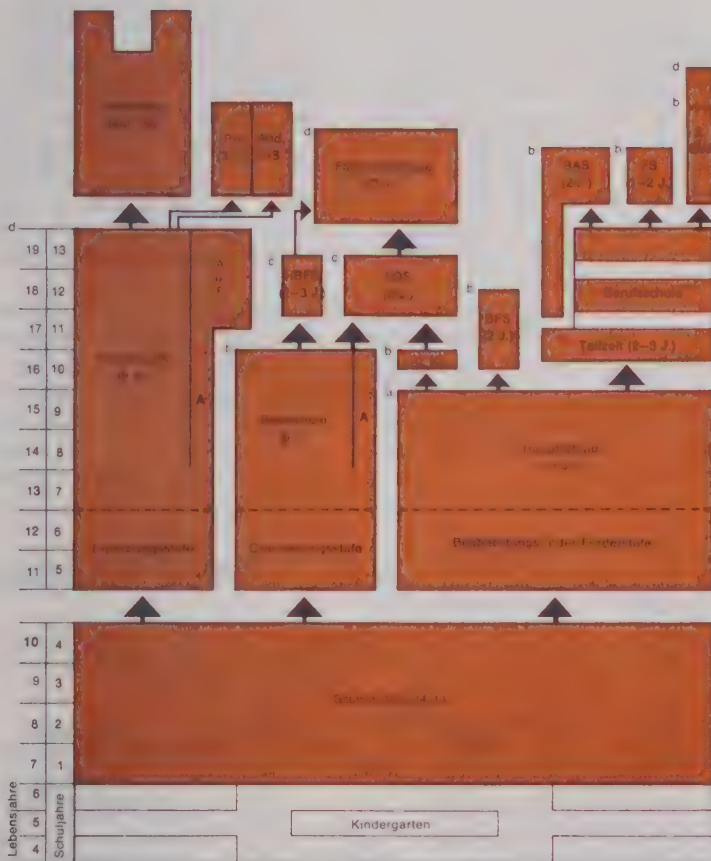
Schülermitbestimmung: Selbständige Beteiligung der Schüler an der Gestaltung des Schullebens. Eine der wichtigsten Einrichtungen ist die Bildung des Schüllerrates, der aus den Klassensprechern besteht. Diese wählen den Schulsprecher und den Vertrauenslehrer. Am Beispiel der Schule soll den Schülern Gelegenheit gegeben werden, demokratische Verhaltensweisen zu erfahren.

SED = Sozialistische Einheitspartei Deutschlands: Sie wurde 1946 in der sowjetisch besetzten Zone gegründet, als sich die Kommunistische und ein Teil der Sozialdemokratischen Partei zusammenschlossen. Die Partei regiert nach sowjetischem Vorbild und beherrscht das ganze öffentliche Leben. Durch ihre Sozialisierungspolitik gingen alle Produktionsmittel in das Eigentum der Gesellschaft bzw. des Staates über. Das oberste Organ der Partei sind das Zentralkomitee (ZK) und das Politbüro.

Selbstbestimmungsrecht: Der Anspruch jedes Volkes auf freie Bestimmung seiner politischen, wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Belange im eigenen Staat. Das Selbstbestimmungsrecht ist in die Satzungen der UN aufgenommen worden.

Sexualität (Geschlechtlichkeit): Die Gesamtheit der auf dem Geschlechtstrieb beruhenden Verhaltensweisen, die sich auf das rein Körperliche beziehen.

Bildungswege in der Bundesrepublik Deutschland



Die Darstellung berücksichtigt nicht: besondere Formen und Regelungen in einzelnen Ländern. – Die Bezeichnungen für die Klassen 5 und 8 (Erprobungs-, Orientierungs-, Beobachtungs- oder Förderstufe) sind nicht auf die einzelnen Schulformen bezogen, sondern gelten, nach Ländern verschieden, für diese Klassen in mehreren oder allen Formen. Abschlüsse: a – Hauptschulabschluß, h – mittlerer Abschluß, c – Fachhochschulreife, d – Hochschulreife. Schulformen (Abkürzungen): A – Aufbauformen, F – F-Gymnasium, FOS – Fachoberschule, (H) BFS – (Höhere) Berufsfachschule, FS – Fachschule, BAS – Berufsaufbauschule, 2. Bw – 2. Bildungsweg, PH – Pädagogische Hochschule, And. HS – Andere Hochschulen

Souveränität: Die Unabhängigkeit eines Staates, in der Ausübung seiner Staatsgewalt – nach innen und außen – nach eigenem Ermessen zu entscheiden.

Soziale Marktwirtschaft: Um Auswüchsen und Spannungen in der freien Marktwirtschaft entgegenzuwirken, schuf die BRD seit 1948 die soziale Marktwirtschaft. Der Staat greift ein, wenn es zugunsten des Verbrauchers und sozial schwacher Gruppen notwendig erscheint. Beispiel: Subventionen für förderungsbedürftige Wirtschaftszweige, Wohnungsgeldzuschüsse, Wohnungsbaudarlehen. Die soziale Marktwirtschaft wurde von Ludwig Erhard seit 1948 in der BRD erfolgreich durchgeführt und gilt als die Grundlage des deutschen Wirtschaftswunders.

Sozialismus: Ein Gesellschaftssystem, das die kapitalistische Wirtschaftsordnung ablösen soll. Der Sozialismus verlangt für alle Menschen das Recht auf Arbeit. Die Wirtschaft soll vom Staat planvoll gelenkt und das Privateigentum zugunsten der Gemeinschaft eingeschränkt werden.

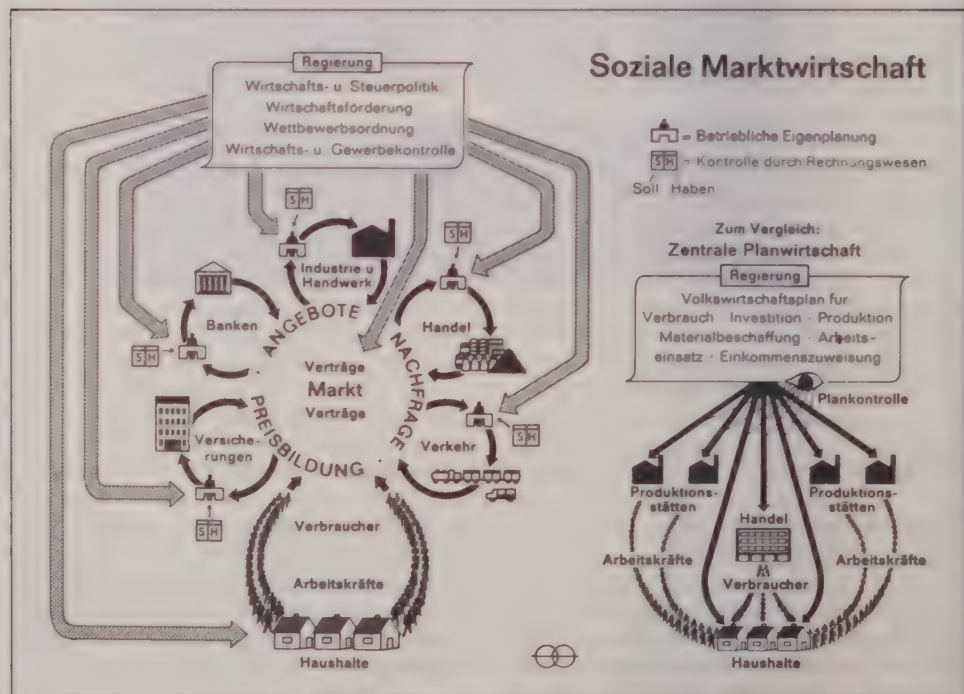
Sozialleistungen: Aufwendungen über Lohn und Gehalt hinaus, z. B. Wohnungs- und Fortbildungsbeihilfen.

Sozialpartner: Verbände der Arbeitgeber und Arbeitnehmer, die in den Gewerkschaften oder Arbeitgeberverbänden organisiert sind. Sie sind Verhandlungspartner bei Lohn- und Tarifverhandlungen.

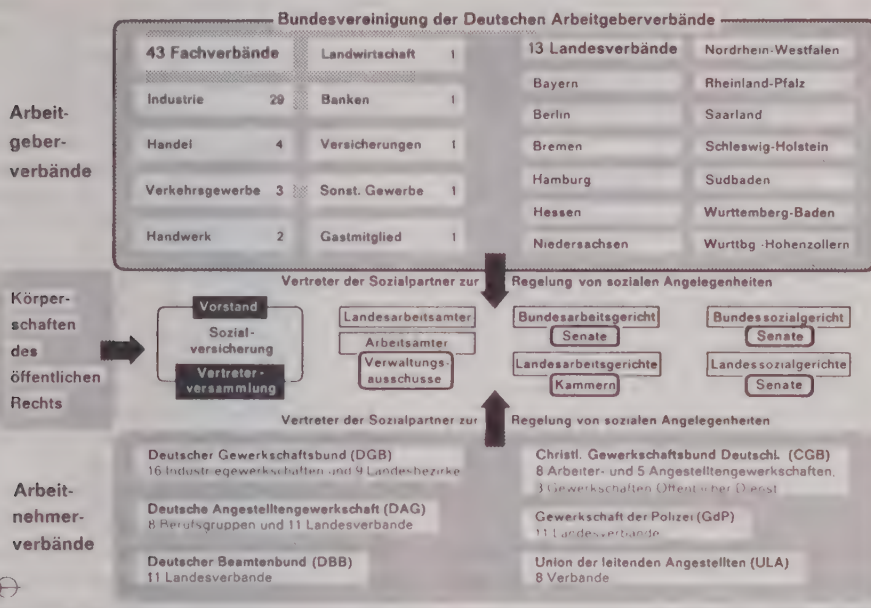
Sozialprodukt: Gesamtheit aller Produktionsergebnisse einer Volkswirtschaft an Gütern und Dienstleistungen innerhalb eines Jahres, in Geldwert ausgedrückt. Teilt man das Sozialprodukt auf die Zahl der Einwohner eines Landes auf, so erhält man das Pro-Kopf-Einkommen. Das Sozialprodukt soll größer sein als der Einsatz an Mitteln zu seiner Erzeugung, da sonst die Güterherstellung teurer als das erzeugte Gut wert ist. (Siehe auch Schaubild auf der rechten Seite.)

Sozialstaat: Bezeichnung für einen Staat, der soziale Sicherheiten gewährt, die das Wohl und die Gesundheit des Volkes im Auge haben.

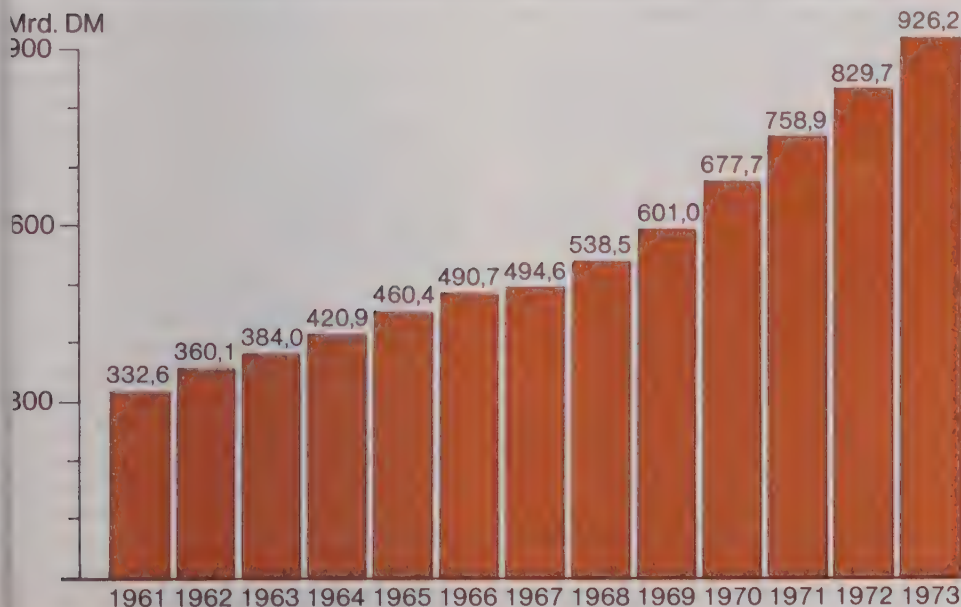
Sozialversicherung: Pflichtversicherung für Arbeitnehmer (Arbeiter und Angestellte) in Deutschland. Sie schützt die Versicherten und ihre Familien vor wirtschaftlicher Not, in die sie durch Krankheit, Betriebsunfall, Arbeitsunfähigkeit, Arbeitslosigkeit oder Alter und Tod des Ernährers geraten könnten.



Die Sozialpartner in der Bundesrepublik



Bundesrepublik Deutschland – Bruttosozialprodukt (zu Marktpreisen)



Der Versicherte zahlt nach Höhe seines Verdienstes einen monatlichen Beitrag. Einen Teil davon (meistens die Hälfte) trägt der Arbeitgeber. Die Krankenversicherung gibt es in Deutschland seit 1883, die Unfallversicherung seit 1884, Altersversicherung seit 1889, während die Arbeitslosenversicherung 1927 eingeführt wurde. Die Einrichtung der Sozialversicherungen ist ein Verdienst des Reichskanzlers Bismarck und seit 1883 das Vorbild für alle demokratischen Sozialstaaten.

SPD = Sozialdemokratische Partei Deutschlands: 1875 gegründete politische Partei. Die SPD erstrebt eine Gesellschaft, in der jeder seine Persönlichkeit frei entfalten kann. Maßgebend für die Politik der Partei ist das 1959 erstellte Godesberger Grundsatzprogramm: Der Sozialstaat ist zur Daseinsvorsorge verpflichtet. Jeder soll gerecht am Ertrag der Volkswirtschaft beteiligt sein. Die Frau muß in jeder Beziehung die ihr zustehende Gleichberechtigung erhalten. Das Hauptziel der SPD ist die Sicherung von Frieden und Freiheit.

Staat: Eine Einheit von Menschen in einem räumlich begrenzten Gebiet unter einer festen Ordnung und souveräner Herrschaft (Staatsgewalt). Wandernde Völker (Nomaden) bilden keinen Staat, ebenso wenig Gebiete, die von außerhalb regiert werden. Das Ausführgorgan der Staatshoheit ist in einem Staat die Regierung.

Staatsangehörigkeit: Durch Geburt oder Einbürgerung – bei Frauen durch Heirat mit einem Ausländer – erworbene Zugehörigkeit zu einem Staat mit allen Rechten und Pflichten.

Staatsanwaltschaft: Die mit Strafverfolgung und Strafvollstreckung beauftragte staatliche Behörde bei jedem Gericht.

Staatsgewalt: In der Demokratie ist das Staatsvolk Träger der Staatsgewalt. Es ist vertreten durch das Parlament, die Regierung und die Gerichte. Die Aufgabe der Staatsgewalt ist, den Staat funktionsfähig zu halten.

Stadt (Gemeinde): Gemeinde mit Stadtrecht, bei einer Einwohnerzahl von 100 000 auch Großstadt genannt. Es gibt Städte, die zu einem Landkreis gehören, und solche, die einen eigenen Kreis bilden (kreisfreie Städte).

Stalinismus: Ursprünglich Bezeichnung der Theorie vom Aufbau des Sozialismus in

einem industriell zurückgebliebenen Lande. Heute die Periode der Geschichte der Sowjetunion, in der Stalin die unumschränkte Herrschaft ausübte (etwa 1924–1953). Merkmale dieser Zeit waren Verhaftungen, Säuberungen, Rechtsunsicherheit, Schauprozesse und Deportationen. Sie richteten sich gegen angebliche Parteifeinde aller Gesellschaftsschichten, z. B. Offiziere, Parteigenossen, Minister. Die Zahl der wirklichen Opfer geht in die vielen Millionen und kann nur geschätzt werden. Viele der unschuldig Verurteilten und zum Teil Hingerichteten wurden nach Stalins Tod rehabilitiert.

Steuern: Wichtigste Form der öffentlichen Abgaben. Es gibt Bundessteuern, Landessteuern und Gemeindesteuern. Diese Einnahmen benötigt der Staat, um seine vielen Aufgaben erfüllen zu können. Dazu gehören Bau von Straßen, Schulen, Krankenhäusern, Sorge für Sicherheit der Bürger durch Polizei und Heer. Es gibt direkte Steuern, die unmittelbar bezahlt werden müssen, z. B. die Lohnsteuer. Die indirekten Steuern sind in den Preisen für bestimmte Güter bereits enthalten, z. B. Kaffee-, Zigaretten-, Vergnügungssteuer.

Strafmündigkeit: (Siehe Rechtsfähigkeit.)

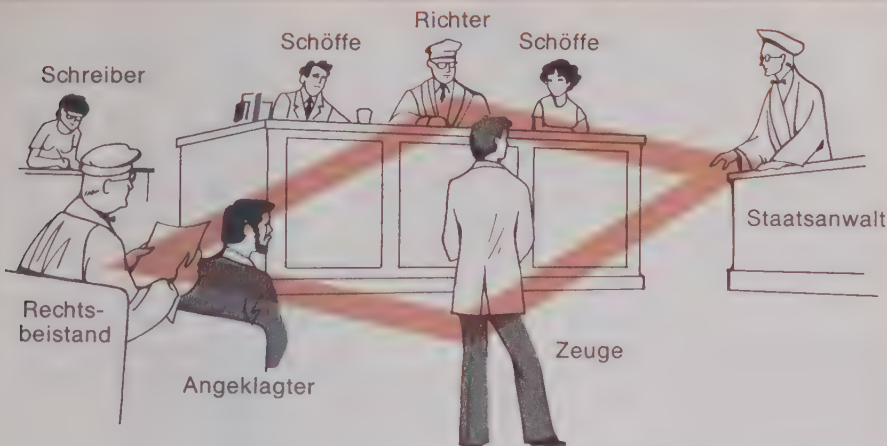
Strafprozeß: Gerichtliches Verfahren zur Beurteilung strafbarer Handlungen.

Streik: Eine gemeinschaftliche Arbeitsniederlegung als Kampfmittel der Arbeitnehmer, um eine wirtschaftliche oder politische Forderung durchzusetzen. Der Streik muß von der Gewerkschaft angeordnet und organisiert werden, sonst ist es ein „wilder Streik“. Die Gegenmaßnahme der Arbeitgeber ist die Aussperrung (fristlose Entlassung). Der Streik bedeutet für die Arbeitgeber einen großen Schaden, und es wird daher versucht schon vorher neue Vereinbarungen zu treffen. Auch die Arbeitnehmer werden geschädigt und versuchen daher den Streik nur als letztes Mittel. (Siehe auch Generalstreik.)

Subventionen: Finanzielle Unterstützung privater Unternehmen durch öffentliche Mittel.

Tarifvertrag: Vertrag zwischen Arbeitnehmern (Gewerkschaft) und Arbeitgeberorganisationen zur Regelung der Löhne, Gehälter, Urlaub, Kündigungen, Arbeitszeit und ähnlichem.

Testament: Schriftliche, frei widerrufliche letztwillige Verfügung einer Person über ihr Ver-



Nach der Strafprozeßordnung findet die Hauptverhandlung vor einem Strafgericht in ununterbrochener Gegenwart des Richters und der Schöffen statt. Außer ihnen haben Staatsanwalt, Angeklagter und Rechtsbeistand das Recht, Fragen an die Zeugen und etwaigen Sachverständigen zu richten

mögen, die nach dem Tod der Person in Kraft tritt.

toleranz: Die Achtung der Meinung des anderen und die Duldsamkeit gegenüber berechtigten fremden Ansichten.

totalitarismus: Herrschaft, die alle Lebensbereiche eines Staates erfaßt, sie gleichschaltet und durch Abhängigkeit von der herrschenden Gruppe einer ständigen Kontrolle unterwirft. Beispiele: Nationalsozialismus, Faschismus.

UN: United Nations (siehe Vereinte Nationen).

UNESCO: Organisation für Erziehung, Wissenschaft und Kultur im Rahmen der UNO. Ihre Aufgabe ist es, auf den genannten Gebieten fördernd und völkerverbindend zu wirken. Ihr Sitz ist Paris.

NO: siehe Vereinte Nationen.

Urabstimmung: Abstimmung der Mitglieder einer Gewerkschaft, die dem Beschluß zu streiken oder einen Streik zu beenden, vorzugehen muß. 75% der an der Urabstimmung beteiligten Gewerkschaftsmitglieder müssen in einer geheimen unmittelbaren Abstimmung dafür gestimmt haben.

Verbände: Interessengruppen, die auf einen Teilgebiet des politischen Lebens die staatlichen Entscheidungen beeinflussen wollen,

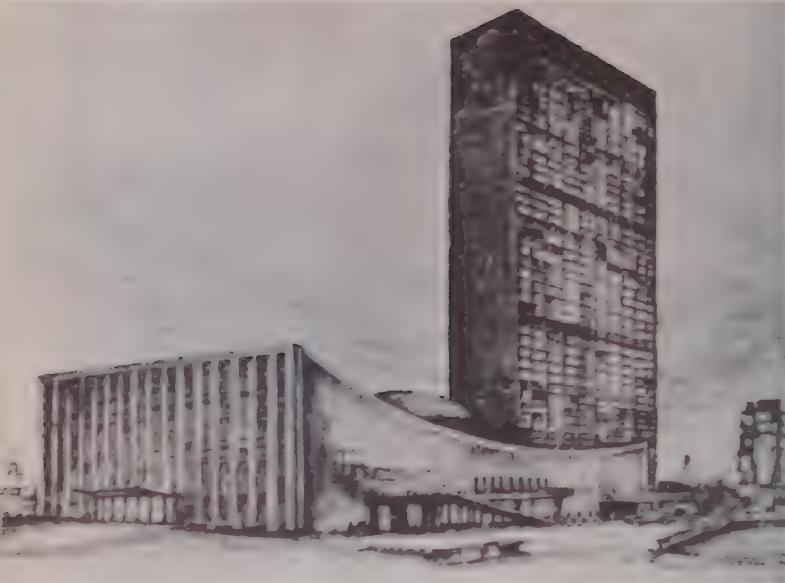
ohne jedoch politische Verantwortung zu tragen.

Vereins- und Koalitionsfreiheit: Die im Grundgesetz verankerte Freiheit der Staatsbürger, Vereine, Gesellschaften und Parteien zu gründen. In einem Verein schließen sich Personen zusammen, die gleiche Zwecke verfolgen (Sportvereine, Gesangsvereine usw.). Die Mitglieder wählen einen Vorstand und geben sich selbst Satzungen.

Vereinte Nationen: Eine nach dem 2. Weltkrieg gegründete überparteiliche und überstaatliche Organisation, die sich die Erhaltung des Weltfriedens durch Förderung internationaler Zusammenarbeit zur Auf-



Das Symbol der Vereinten Nationen



Hoch über dem Ufer des East River erheben sich vor der bizarren Skyline New Yorks in kurviger Eleganz und kubischer Monumentalität der Sualbau und das Verwaltungsgebäude der Vereinten Nationen

gabe gemacht hat. Weitere Ziele sind: Erhaltung der Menschenrechte, schiedsgerichtliche Beilegung von Streitigkeiten unter den Mitgliedern und bestimmte Maßnahmen gegen Friedensbruch. Der Sitz der Vereinten Nationen ist New York. Bei der Gründung wurde die Verfassungsurkunde von 50 Staaten unterzeichnet. Heute gehören der UN bereits 138 (1974) Mitgliedsstaaten an. Wichtige Organe der UN sind: die einmal jährlich tagende Vollversammlung, der Sicherheitsrat, der internationale Gerichtshof u. a. Die Verwaltung der Vereinten Nationen leitet ein Generalsekretär.

Verfassung: Die Urkunde, in der die staatliche Ordnung und ihre Begrenzung festgelegt ist. Sie steht immer über allen anderen Gesetzen. Sie regelt die Ausübung der Staatsgewalt, das Verhältnis des Staates zu seinen Bürgern und bestimmt deren Rechte und Pflichten. Die Verfassung der BRD ist das Grundgesetz.

Verhältnismahlrecht: Beim Verhältniswahlrecht werden alle für eine Partei im gesamten Staatsgebiet abgegebenen Stimmen zusammengezählt und danach entweder unter Zugrundelegung einer bestimmten Zahl von Wählerstimmen die Mandate zugeteilt oder die vorher festgelegten Abgeordnetensitze nach dem Verhältnis der Stimmen verteilt. In jedem Fall sichert dieses Verfahren auch kleineren Parteien eine parlamentarische

Vertretung. Es erstrebt eine Volksvertretung, die ein genaues Spiegelbild der im Volk vertretenen Meinung darstellt.

Vermögensbildung: Ein Ziel der Sozialpolitik, Einkünfte auch ohne Arbeit zu ermöglichen. Der Arbeitnehmer soll durch ein eigenes Vermögen gesichert und unabhängig gemacht und am Gesamtvermögen der Volkswirtschaft beteiligt werden. Beispiel: Prämien-sparen, Bausparen.

Versammlungsfreiheit: Das Recht, sich ohne Anmeldung oder Erlaubnis friedlich und ohne Waffen zu versammeln, um zu diskutieren oder eine Kundgebung abzuhalten. Die bestehenden Gesetze müssen dabei eingehalten werden.

Verwaltung: Die Gesamtheit der Einrichtungen, die auf Grund von gesetzlichen Bestimmungen tätig sind, um die öffentlichen Aufgaben zu erfüllen. Beispiel: Steuereinzahlung, Post, Zoll, Eisenbahn.

Vetorecht: Einspruchsrecht, um einen Beschluß unwirksam zu machen. Beispiel: Die Großmächte haben ein Vetorecht im Sicherheitsrat der Vereinten Nationen.

Volk: Eine durch die geschichtliche Entwicklung entstandene Lebensgemeinschaft von Menschen mit gleicher Sprache, Kultur und Abstammung, die sich innerlich und auch räumlich zusammengehörigen fühlen.

Völkerbund: Vorläufer der UN, 1920 gegründet. Der Sitz war in Genf. 1946 nach Gründung der Vereinten Nationen aufgelöst.

Völkerrecht: Das Recht, das die Beziehungen zwischen souveränen Staaten regelt. Internationale Gerichtshöfe und die Vereinten Nationen sollen den Gesetzen des Völkerrechts Geltung schaffen.

Volksabstimmung: Unmittelbare Beteiligung des Volkes an einer politischen Entscheidung. Das Grundgesetz sieht z. B. für die Neugliederung des Bundesgebietes eine solche Abstimmung vor. Im allgemeinen werden jedoch die politischen Entscheidungen durch die Volksvertreter (Parlament) getroffen. Nur in kleineren Staaten, z. B. in der Schweiz, können auf kleineren Gebieten noch Volksabstimmungen durchgeführt werden.

Volksdemokratie: Staaten nach dem Muster der Sowjetunion und von ihr abhängig. Alle Macht liegt in den Händen der kommunistischen Partei und ihrer diktatorischen Regierungsform. Die Form der Demokratie ist nur äußerlich, da die persönlichen Frei-

heiten auf allen Gebieten stark eingeschränkt sind.

Volkskammer: Das Parlament der DDR.

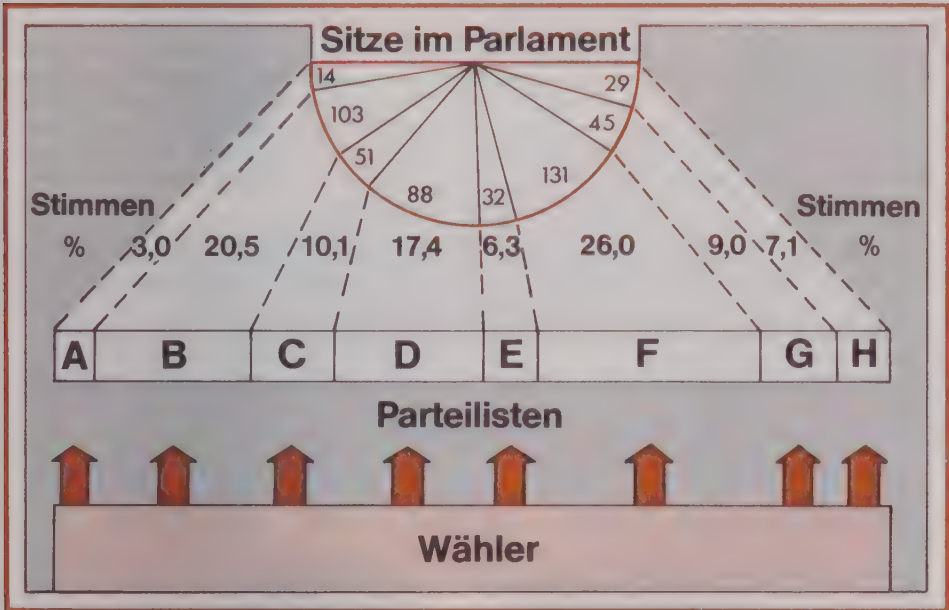
Volksrepublik: Offizielle Bezeichnung für Jugoslawien und einige Staaten des Ostblocks (Albanien, Bulgarien, China, Mongolische Volksrepublik, Nord-Korea, Nord-Vietnam, Polen und Ungarn). Siehe auch Volksdemokratie.

Volksvertreter: Die vom Volk gewählten Abgeordneten, die als Parlament die gesetzgebende Gewalt darstellen.

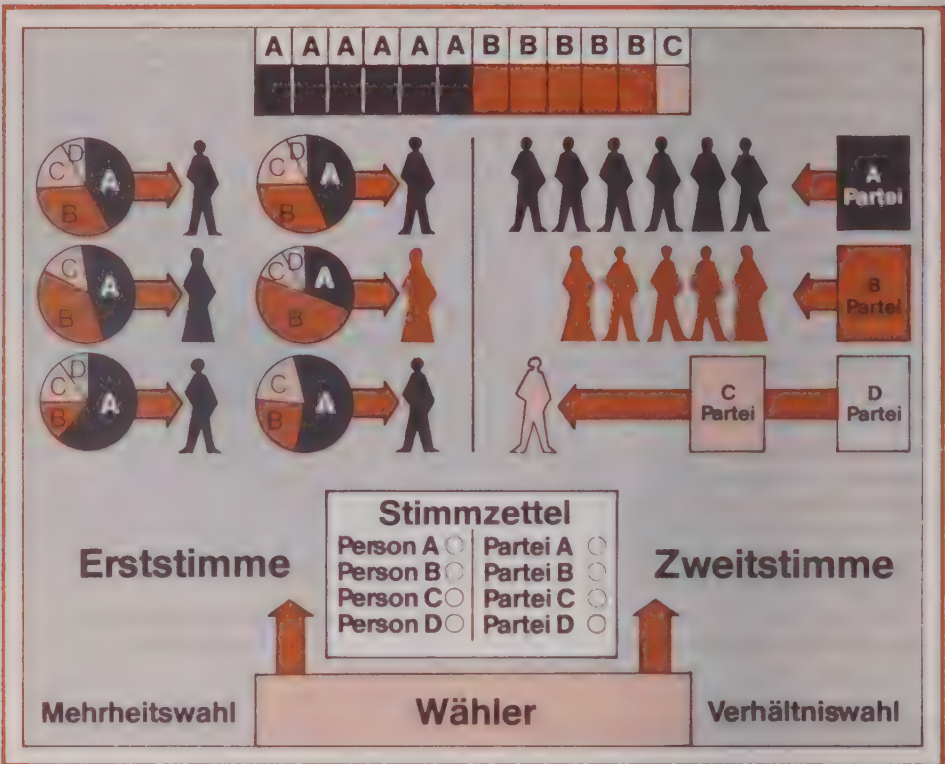
Vormundschaft: Gesetzliche Vertretung einer Person, die beschränkt geschäftsfähig ist und keinen gesetzlichen Vertreter hat (unter 18 Jahren oder entmündigt).

Vorurteil: Ein Urteil, das gefällt wird, ohne daß es auf seine Richtigkeit geprüft wurde. Es handelt sich meist um Dinge, die man nur oberflächlich kennt. Wissen wird oft durch eine überkommene oder übernommene Meinung ersetzt.

Wahlrecht: Das Mittel in demokratischen Ländern, durch das die Staatsbürger ihren poli-



Ein Beispiel für die Errechnung der Sitzverteilung im Parlament nach dem Verhältniswahlrecht. Die Gesamtzahl der zu verteilenden Parlamentssitze steht fest. Die auf die einzelnen Parteien entfallenden Sitze müssen nach der Gesamtzahl der von ihnen im gesamten Staatsgebiet erzielten Stimmen errechnet werden



Das Wahlrecht der Bundesrepublik ist ein gemischtes Mehrheits-Verhältnisswahlssystem. Mit der Erststimme wird die Hälfte der Abgeordneten in den Wahlkreisen direkt nach dem Mehrheitsystem in den Bundestag gewählt. Die andere Hälfte wird nach Landeslisten mit der Zweitstimme gewählt und so aufgeschlüsselt, daß die Zahl der Abgeordneten einer Partei dem Gesamtstimmenanteil entspricht. 5% der Stimmen müssen dabei erreicht werden.

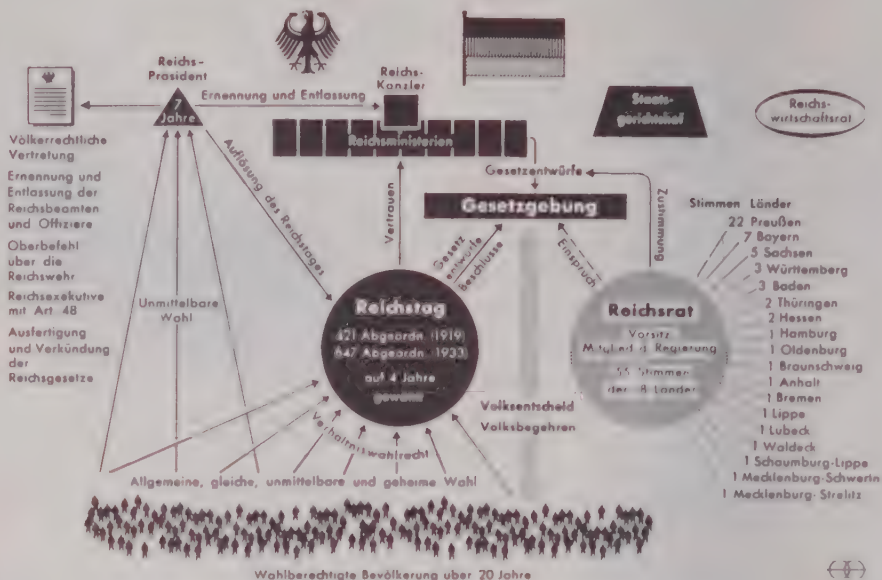


Währungsreform: Neuordnung der Währung von Geldverhältnissen durch den Staat.

Wehrpflicht: Gesetzliche Verpflichtung der wehrfähigen Staatsbürger zum Wehrdienst. In der BRD müssen alle Männer über 18 Jahre Wehrdienst oder bei Verweigerung des Dienstes mit der Waffe zivilen Ersatzdienst leisten. Die Wehrpflicht besteht in der BRD bis zum 45. Lebensjahr.

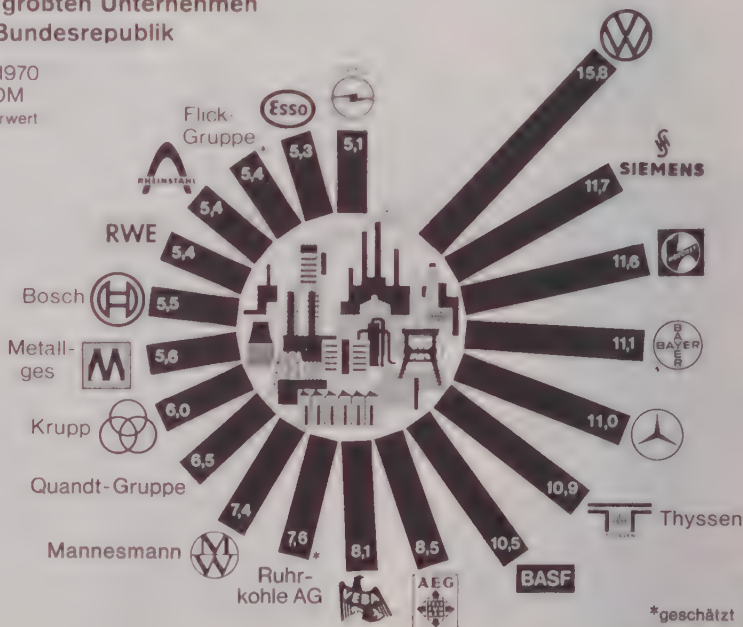
Weimarer Republik: Das Deutsche Reich von 1919–1933. Der Name ist auf die neue Reichsverfassung zurückzuführen, die am 11. 8. 1919 in Weimar geschaffen wurde. Hitler setzte durch das Ermächtigungsgesetz vom 24. 3. 1933 die Weimarer Verfassung außer Kraft. Siehe Grafik nächste Seite.

Verfassung und Staatsorgane der Weimarer Republik



Die 20 größten Unternehmen in der Bundesrepublik

Umsatz 1970
 in Mrd. DM
 (ohne Mehrwertsteuer)



Weltrevolution: Das Endziel der kommunistischen Parteien nach dem Vorbild der Bolschewisten. Stalin stellte das Ziel zunächst zurück, um seine These vom „Aufbau des Sozialismus im eigenen Land“ durchzusetzen.

Wertpapiere: Urkunden, die einen bestimmten Vermögenswert verkörpern. So stellt z. B. eine Aktie einen bestimmten Anteil an dem Vermögen einer Aktiengesellschaft dar. Andere Wertpapiere sind z. B. Pfandbriefe.

Westmächte: Bezeichnung für die USA und ihre Verbündeten, die im Militärbündnis der NATO (siehe dort) zusammengeschlossen sind.

Widerstandsrecht: Jeder Staatsbürger kann sich zur Wehr setzen, wenn Eingriffe der Staatsgewalt sich gegen die verbriefte Verfassung oder das Sittengesetz richten. Ist in der Notstandsverfassung ausdrücklich verankert.

Wiedergutmachung: Entschädigungen der von der nationalsozialistischen Diktatur verfolgten und unterdrückten Personen, besonders der Juden und der KZ-Häftlinge.

Wiedervereinigung: Die Überwindung der staatlichen Teilung Deutschlands. Sie ist in den Verfassungen der BRD und der DDR niedergelegt und erstrebt die Wiederher-

stellung der Grenzen des Deutschen Reiches vom 31. 12. 1937. Zuerst Hauptziel der deutschen Politik, heute nur im Rahmen der Bildung eines vereinigten Europas erstrebenswert.

Wirtschaft: Gesamtheit der Einrichtungen und Maßnahmen, die sich auf die Produktion und den Verbrauch von Gütern und Dienstleistungen beziehen. Dazu gehören auch Landwirtschaft, Transport- und Verkehrswesen, Banken und ähnliches.

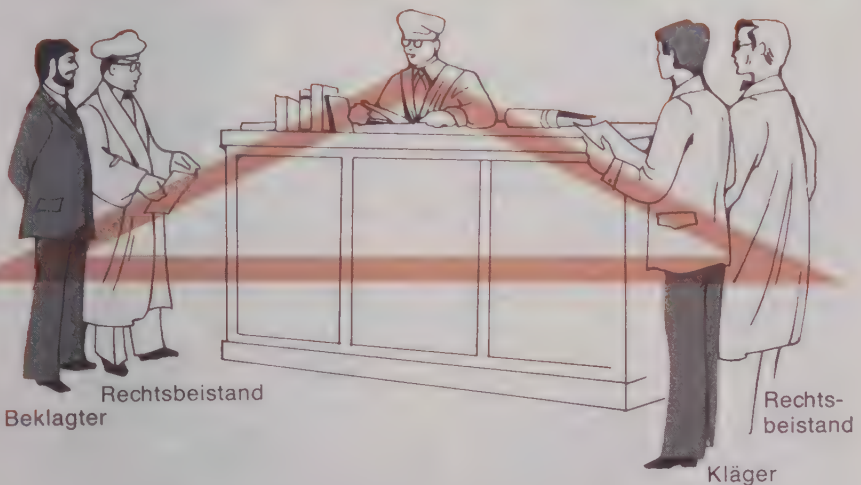
Wirtschaftsformen: siehe Marktwirtschaft, soziale Marktwirtschaft und Planwirtschaft.

Zelle: Kleine Organisation oder Einheit in kommunistischen Parteien, vor allem während illegaler Arbeit.

Zensur: Kontrolle der staatlichen Behörden über Bücher und Filme, in Diktaturen auch über Presse, Fernsehen und alles, was zur Bildung der öffentlichen Meinung beiträgt.

Zivilisation: Die Gesamtheit aller materiellen Einrichtungen und Entwicklungen, die durch die Technik die Lebensverhältnisse verbessert haben. Die Kultur (siehe dort) und Zivilisation sollten sich ergänzen, um eine gesittete Lebensform zu erzielen.

Zivilprozeß: Gerichtliches Verfahren zur Durchsetzung von privaten Ansprüchen.



Im Zivilprozeßverfahren obliegt es dem Richter, einen Streit zwischen Kläger und Beklagtem zu schlichten oder zu einem Urteil zu kommen. Die Parteien können sich durch Rechtsanwältinnen vertreten lassen, im Verfahren vor dem Landgericht müssen sie dies tun



Das Autobahnnetz der Bundesrepublik Deutschland und der DDR.

Neue Ethik im Straßenverkehr

Nirgendwo wird der Mensch mit seinen Mitmenschen so unmittelbar konfrontiert wie auf der Straße – dem Verkehrsweg, den der Mensch geschaffen hat, um sich ohne Schwierigkeiten fortbewegen zu können. Millionen und aber Millionen benutzen täglich und stündlich diese Straßen, die anfangs nur in die Wälder gehauene Pfade gewesen sein mögen und die heute, auf Grund der ständig wachsenden Anforderungen durch den motorisierten Verkehr, als ein engmaschiges Netz Länder und Kontinente überziehen. Dieses Straßennetz wird zwar immer dichter, aber die Menschheit vermehrt sich so schnell, daß die Technik nur mühsam Schritt halten kann, und damit ergab sich trotz aller Bemühungen der Straßenbauer die Notwendigkeit, den von Jahr zu Jahr größer werdenden Anforderungen des Verkehrs durch eine Verkehrsregelung zu begegnen. Das Verhalten des einzelnen Menschen im Straßenverkehr ist weitgehend eine Frage des Charakters. Ein Hamburger Unternehmer ging von dieser Erkenntnis aus, als er seine Entscheidung darüber, ob er Anwärter auf verantwortliche Positionen in seinem Betrieb einstellen sollte, von dem Ergebnis eines Tests abhängig machte: er setzte sie unter irgendeinem Vorwand ans Steuer seines Wagens und machte mit ihnen eine Fahrt durch die City, wobei er ihre Reaktionen auf die verschiedensten Verkehrssituationen aufmerksam beobachtete. Zögernde, entschlußlose Autolenker fielen dabei ebenso unbarmherzig durch die Prüfung wie aggressive Fahrer, die sich zwar forsch gebärdeten, in Wirklichkeit aber ihre Maske fallen ließen und sich selbst als rücksichtslose Egoisten zu erkennen gaben.

Der Straßenverkehr demaskiert die Menschen, er fördert wesentliche Anlagen und Charakterzüge zutage, die sonst vielleicht verborgen bleiben oder doch nicht augenfällig werden. Der schüchterne, ängstliche, unsichere Autofahrer oder Fußgänger kann den Fluß des Verkehrs ebenso stören wie der Draufgänger, der in der Ausnutzung der ihm durch die Verkehrsregeln und -regelungen gebotenen Chancen noch beträchtlich über die ihm zugebilligten Toleranzgrenzen hinausgeht. Gemeint sind die „Rotsünder“ und die auf ihre Vorfahrt pochenden Kraftfahrer, die noch bei Gelb über die Kreuzung preschen, aber auch die Fußgänger, die noch auf den Fußgängerüberweg springen, wenn die Ampel bereits auf Rot geschaltet hat, und damit die an Ampeln ohnehin zeitlich knapp bemessenen motorisierten Straßenbenutzer in Bedrängnis bringen.

Solchen menschlichen Unzulänglichkeiten kann man offenbar nicht allein durch freundliches Zureden beikommen. Den motorisierten Verkehrsteilnehmer überkommt leicht der Rausch der Geschwindigkeit oder das Machtgefühl der Überlegenheit, den Fußgänger der Trotz und die Wut des Schwächeren, die ihn zu verwegenen, oft sein eigenes Leben bedrohenden, auf jeden Fall aber vernunftwidrigen Reaktionen veranlassen. Hier kann nur die starke Hand des Gesetzgebers helfen. Er zog aus den Unklarheiten, die der immer dichter und schwieriger werdende Straßenverkehr offenbarte, und aus den charakterlichen Mängeln der Verkehrsteilnehmer die Konsequenzen, indem er eine Straßenverkehrsordnung schuf, die bis in alle Einzelheiten ihrer Paragraphen hinein um Ordnung und Ethik im Straßenverkehr bemüht ist. Sie will den Verkehrsteilnehmer – gleich welcher Art – von seiner vielfach aggressiven Einstellung den Mitmenschen gegenüber abbringen und ihn zu defensivem Verhalten erziehen. Das bringt schon der Paragraph 1 der am 1. März 1971 in Kraft getretenen Straßenverkehrsordnung zum Ausdruck:

Inhaltsübersicht

§ 1 der neuen Straßenverkehrsordnung	191
Für den Autofahrer	191
Zebrastrifen	192
Die richtige Geschwindigkeitsbemessung	192
Das Vorfahrtsrecht	194
Abstand halten	196
Abbiegen, Wenden und Rückwärtsfahren	197
Halten und Parken	198
Parkzeitbeschränkungen	200
Beleuchtung, Schall-, Leucht- und Warnzeichen	200
Rad- und Mopedfahrer	201
Straßenbahn und Bus	203
Eisenbahn	203
Besondere Regeln für Autobahnen und Kraftfahrstraßen	204
Fußgänger	205
Andere wichtige Verkehrszeichen	206
Verhalten bei Unfällen und Pannen	209

§ 1 der neuen Straßenverkehrsordnung:

Die Teilnahme am Straßenverkehr erfordert ständige Vorsicht und gegenseitige Rücksicht. Jeder Verkehrsteilnehmer hat sich so zu verhalten, daß kein Anderer geschädigt, gefährdet oder mehr, als nach den Umständen unvermeidbar, behindert oder belästigt wird.

Diese Grundregel läuft auf die höflichen und wohlerzogenen Menschen ohnehin selbstverständliche Forderung hinaus, den anderen Verkehrsteilnehmern mit größtmöglicher Aufmerksamkeit und Achtung zu begegnen, nicht unbedingt auf seinem Recht zu bestehen, sondern sich stets in die Situation des anderen zu versetzen – kurzum, als Kavalier zu handeln und, vor allem als motorisierter Verkehrsteilnehmer, dem Schwächeren oder Benachteiligten gegenüber die defensive Fahrweise anzuwenden.

Ganz allgemein sind bei der Abfassung der neuen Straßenverkehrsordnung die Grundregeln erhalten geblieben:

rechts fahren und links überholen!

Für den Autofahrer

ergeben sich in diesem Zusammenhang einige wichtige Forderungen:

Grundsätzlich ist möglichst weit rechts zu fahren – nicht nur bei Gegenverkehr, beim Überholtwerden, an Kuppen, in Kurven und an sonstigen unübersichtlichen Stellen. Auf Straßen mit mehreren Fahrstreifen gilt das alte amerikanische Prinzip des „keep your lane! – Halte deine Fahrspur ein!“ Der Fahrstreifen darf nur gewechselt werden, wenn es ohne Behinderung des Verkehrs möglich ist. Ganz wichtig ist die neue Bestimmung, daß der Streifenwechsel vorher mit dem Blinker angezeigt werden muß. Das gilt auch für das Anfahren vom Fahrbahnrand aus.

Benutzen Fußgänger und Zweiradfahrer dieselbe Straße, so ist beim Überholen genügender Abstand zu halten – mindestens ein Meter.

Überholen

darf nur, wer sich zuverlässig davon überzeugt hat, daß durch den Überholvorgang Gegenverkehr oder nachfolgende Fahrzeuge nicht behindert werden. Selbstverständlich ist auch, daß nur derjenige überholen darf, der mit wesentlich höherer Geschwindigkeit als der oder die zu Überholenden fährt. Das langsame Aneinandervorbeikriechen von Lastkraftwagen, namentlich auf der Autobahn, das häufig zu langen Autoschlangen führt, verstößt gegen den Sinn der neuen Straßenverkehrsordnung und ist darum ein schwerer Verstoß.

Wer nach links ausscheren will, muß seine Absicht durch Blinken kundtun! Das ist eine der wichtigsten Forderungen der neuen Straßenverkehrsordnung. Sie gilt auch für das Vorbeifahren an haltenden Fahrzeugen.

Die neue Straßenverkehrsordnung gestattet außerhalb geschlossener Ortschaften beim Überholen auch die Anwendung von kurzen Schall- und Leuchtzeichen (also von Hupsignalen und der sogenannten „Lichthupe“).

Auf Straßen mit mehreren Fahrbahnen in einer Richtung gilt das Rechtsfahrgebot nur bei geringem Verkehr. Herrscht auf der rechten Spur dichter Verkehr, der dem auf der linken Fahrbahn Fahrennden das Einordnen nach rechts schwer machen würde, so darf der linke Fahrstreifen weiter benutzt werden. Im allgemeinen aber soll man sich sogleich wieder nach rechts einordnen – selbstverständlich, ohne den Überholten zu schneiden. Daß Fahrzeuge, die überholt werden, in diesem Augenblick ihre Geschwindigkeit nicht steigern dürfen, ist zunächst einmal ein Gebot der Höflichkeit, ganz abgesehen davon, daß dadurch der Überholende gefährdet werden könnte.

An unklaren Verkehrspunkten gibt es Überholverbote, deren Nichtbeachtung sehr teuer werden kann, wenn der Sünder dabei erlappt wird. Namentlich unübersichtliche Kurven, gefährliche Einmündungen, enge Straßen und sonstige schwer zu überblickende Punkte sind durch Überholverbotsschilder gekennzeichnet. (Siehe Seite 193 oben.)

Wer nicht überholen will, sollte das gegebenenfalls deutlich machen, indem er betont rechts fährt und vom Vordermann so viel Abstand hält, daß Überholende mühelos wieder nach rechts einsehen können. Das gilt in erhöhtem Maße für Lastkraftwagen, Omnibusse und Personenwagen mit Anhänger. Diese müssen auf Landstraßen und namentlich auf Autobahnen so großen Abstand vom Vordermann halten, daß ein überholendes Fahrzeug vor ihnen wieder auf die rechte Fahrbahn gelangen kann. Dies ist eine der begrüßenswertesten Bestimmungen, denn vor dieser Regelung war oft zu beobachten, daß sich hinter mehreren dicht aufeinander folgenden LKW's kilometerlange Schlangen von schnelleren Fahrzeugen bildeten, die wegen der LKW-Kette nicht überholen konnten, ohne sich und andere zu gefährden. Die neue Verkehrsordnung geht sogar so weit, daß sie sehr langsam fahrenden Straßenbenutzern, z. B. Traktoren, vorschreibt, gegebenenfalls an geeigneter Stelle kurz anzuhalten, um mehreren unmittelbar folgenden Fahrzeugen das Überholen möglich zu machen.

Besondere Aufmerksamkeit muß der motorisierte Verkehrsteilnehmer den

Zebrastreifen

zuwenden. (Siehe Seite 193 oben.) Das sind gleichsam die „Vorfahrtstellen“ der Fußgänger, die der Verkehrsteilnehmer auf Rädern unbedingt zu beachten hat. Vor Zebrastreifen ist darum erhöhte Vorsicht und Umsicht geboten. Die am Anfang der Zebrastreifen auf den Gehwegen oder auf den Verkehrsinseln stehenden Fußgänger müssen auf ihre Absichten hin beobachtet werden: lassen sie erkennen, daß sie die Straße überqueren, also den Zebrastreifen benutzen wollen, so haben die Fahrzeuge anzuhalten. Daß solche haltenden Fahrzeuge nicht von anderen überholt werden dürfen, ist eigentlich selbstverständlich; man kann aber immer wieder beobachten, daß gerade in dieser Beziehung von gedankenlosen Fahrern viel gesündigt wird. Diese müssen sich aber darüber klar werden, daß etwaige Gefährdungen oder gar Unfälle auf Zebrastreifen besonders hart geahndet werden.

Die richtige Geschwindigkeitsbemessung

ist ein Kapitel für sich. Ganz allgemein heißt es in der Straßenverkehrsordnung:

„Der Fahrzeugführer darf nur so schnell fahren, daß er sein Fahrzeug ständig beherrscht. Er hat seine Geschwindigkeit insbesondere den Straßen-, Verkehrs-, Sicht- und Wetterverhältnissen sowie seinen persönlichen Fähigkeiten und den Eigenschaften von Fahrzeug und Ladung anzupassen. Er darf nur so schnell fahren, daß er innerhalb der übersehbaren Strecke anhalten kann. Auf Fahrbahnen, die so schmal sind, daß dort entgegenkommende Fahrzeuge gefährdet werden könnten, muß er jedoch so langsam fahren, daß er mindestens innerhalb der Hälfte der übersehbaren Strecke halten kann.“



276
Völliges
Überholverbot



277
Überholverbot für
Lastkraftwagen



280 und 281
Ende des
Überholverbots



350 Nach 50 Metern
Zebrastreifen

Im einzelnen muß man als Verkehrsteilnehmer wissen,

1. daß innerhalb geschlossener Ortschaften für alle Fahrzeuge 50 km/h als Höchstgeschwindigkeit vorgeschrieben sind, sofern nicht ausdrücklich durch Schilder eine andere Höchstgeschwindigkeit bestimmt wird:



274

Als Anfang der 50 km/h-Zone gilt normalerweise die am Ortseingang stehende Ortstafel, als Ende die am Ortsausgang stehende Ortstafel mit einem roten Diagonalbalken:



Vorderseite (310) Beginn

Ortstafel



Rückseite (311) Ende

einer geschlossenen Ortschaft (50 km/h-Zone)

Die 50 km/h-Begrenzung bedeutet natürlich nicht, daß diese Geschwindigkeit unbedingt gefahren werden muß. Sie gilt nur nach oben; im übrigen aber haben sich die Fahrzeuge nach der jeweiligen Verkehrslage zu richten und sich ihr anzupassen. Namentlich in Wohnstraßen, wo oft auf beiden Seiten geparkt wird und die Fahrbahn ständig verengt ist, wo vielleicht auch Kinder spielen und mit anderen unvorhergesehenen Erschwernissen gerechnet werden muß, sollte so gefahren werden, daß der am Steuer Sitzende jederzeit in der Lage ist, Unheil zu verhüten;

2. daß außerhalb geschlossener Ortschaften

- a) für Kraftfahrzeuge mit einem Gesamtgewicht über 2,8 t bis 7,5 t, für Lastkraftwagen bis zu einem Gesamtgewicht von 2,8 t mit Anhänger, für Personenwagen mit Anhänger sowie für Omnibusse, auch mit Gepäckanhänger, eine Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h,
- b) für Kraftfahrzeuge mit einem Gesamtgewicht über 7,5 t, für alle Kraftfahrzeuge mit Anhänger, soweit sie nicht unter 2a) fallen, eine Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h gilt.

Personenkraftwagen unterliegen außerhalb geschlossener Ortschaften – sofern nicht andere, durch entsprechende Beschilderung bekanntgemachte Vorschriften gelten – einer im Zusammenhang mit der Ölkrise festgesetzten Geschwindigkeitsbegrenzung auf 100 km/h für Bundes- und Landstraßen. Diese gilt nicht für Autobahnen und Kraftfahrstraßen: für diese wird jedoch eine Richtgeschwindigkeit von 130 km/h empfohlen. Grundsätzlich muß aber die oben zitierte allgemeine Empfehlung der Straßenverkehrsordnung, sich bei der Bemessung der Geschwindigkeit nach den Verkehrsverhältnissen, dem eigenen Können und den Eigenschaften des Fahrzeugs zu richten, beachtet werden. Der gute Fahrer hat es im Gefühl, wo er die Geschwindigkeit verringern muß. Wenn man immer wieder hört und liest, daß jemand mit seinem Fahrzeug aus einer Kurve getragen wurde und dadurch verunglückt ist, so darf man daraus schließen, daß er die Kurventechnik nicht beherrschte, bei der im wesentlichen folgendes zu beachten ist:

a) Man muß Kurven rechtzeitig erkennen. Sie werden oft mit dem Schild

103



gekennzeichnet, und vor besonders gefährlichen Kurven zwingen auffällig **schraffierte Richtungstafeln zu erhöhter Vorsicht.**

- b) Schon rechtzeitig vor Einfahrt in die Kurve muß das Fahrzeug abgebremst werden. Über die Geschwindigkeit, mit der Kurven zu nehmen sind, gibt es keine Vorschriften und Regeln. Der schnelle Fahrer muß sich vielleicht nur merken, daß auch die Kurven modern angelegter Landstraßen nicht mit über 80 km/h ohne Gefahr zu bewältigen sind.
- c) Verboten ist das Schneiden von Kurven, auch wenn sie übersichtlich zu sein scheinen und keine Fahrzeuge entgegenkommen. Vielmehr gilt auch in den Kurven das Gebot des Rechtsfahrens.

Neuerdings sieht man auf Autobahnen und Schnellstraßen blaue Schilder:



380

Es handelt sich dabei nicht um Geschwindigkeitsvorschriften, sondern um Richtgeschwindigkeiten, die man bei günstigen Straßen-, Verkehrs-, Sicht- und Wetterverhältnissen fahren sollte, um den Verkehrsstrom flüssig zu halten.

Das Vorfahrtsrecht

spielt in der neuen Straßenverkehrsordnung eine besondere Rolle, und das zu Recht, denn Kreuzungen sind im wahrsten Sinne des Wortes die Brennpunkte des Verkehrs. Die Verkehrsregelung ist an Kreuzungen besonders schwierig und seit der „Verampelung“ unserer Städte auch besonders kostspielig. Die Verkehrssampeln, die zwar teuer sind und die städtischen Etats stark belasten, haben aber den großen Vorteil, daß sie die Verkehrsströme eindeutig regulieren und Unfälle weitgehend vermeiden helfen.

Die amtlich als „Wechsellichtzeichen“ benannten Ampeln gibt es schon seit vielen Jahren, und sie sind heute in ihrem Sinn und ihrer Bedeutung jedem bekannt – selbst den Erstklässlern unter den Schulkindern, und die alten Damen und Herren, die gelegentlich bei „Rot“ über die Straße marschieren und den nichtsahnenden Autofahrern dabei sogar mit Schirm oder Stock drohen, sind wenn auch gefährliche – Ausnahmen. Die Polizei darf jedenfalls voraussetzen, daß jeder mit den Wechsellichtzeichen völlig vertraut ist, und „Rotsünder“ werden darum hart bestraft. Da es sie immer noch gibt, hat man in einer Reihe von Städten vor stark befahrenen Kreuzungen, bei denen von den Verkehrsteilnehmern größte Disziplin gefordert werden muß, versteckte Kameras eingebaut, mit deren Hilfe „Rotsünder“ unbarmherzig zur Strecke gebracht werden.

Nur kurz der Vollständigkeit halber:

Grün bedeutet: Fahrt frei!

Rot: Halt vor der Kreuzung! (und zwar vor dem markierten Haltestreifen)

Gelb: Vor der Kreuzung auf das nächste Zeichen warten! Für auf der Kreuzung stehende und auf das Einbiegen nach links wartende Fahrzeuge: Kreuzung räumen! – Da auf der Kreuzung stehende Fahrzeuge oft die Ampel nicht sehen können, hilft ihnen neuerdings vielerorts ein gut erkennbar angebrachtes gelbes Lichtzeichen, bei dessen Aufleuchten sie wissen, daß ihr Augenblick gekommen ist.

Die an Mehrfachkreuzungen angebrachten roten, gelben und grünen Pfeile sind so eindeutig, daß sie keiner Erklärung bedürfen.

In Betrieb befindliche Verkehrsampeln setzen – ebenso wie der an vielen Stellen noch immer unentbehrliche, den Verkehr mit den Armen dirigierende Polizeibeamte – alle sonstigen an und vor den Kreuzungen angebrachten die Vorfahrt regelnden Verkehrsschilder außer Kraft. Schwieriger ist die Regelung der Vorfahrt an nicht mit Verkehrsampeln ausgestatteten Kreuzungen. Ihnen schenkt die neue Straßenverkehrsordnung besondere Beachtung.



306

Wer oft im Ausland fährt, kennt bereits das auf die Spitze gestellte gelbe, weiß umrandete Quadrat, das im Zuge der seit 1971 geltenden Straßenverkehrsordnung auch an den deutschen Straßen aufgestellt worden ist. Es steht erstmalig am Anfang einer Vorfahrtstraße und wird an jeder Kreuzung und an jeder Einmündung von rechts wiederholt, bis die Vorfahrt durch ein anderes Zeichen aufgehoben wird, etwa durch:



307

Ende der Vorfahrtstraße!

oder:



205

Vorfahrt gewähren!

(Dieses Schild findet man auch an Kreuzungen und Einmündungen.) Wo es steht, soll der Kraftfahrer langsam an die Kreuzung oder Einmündung herankommen und sich vor dem Überqueren der Kreuzung oder vor dem Einbiegen davon überzeugen, daß dies ohne Gefahr oder Verkehrsbehinderung möglich ist.

oder:



206

Halt! Vorfahrt gewähren!

Dieses durch seine achteckige Form aus dem Verkehrsschilderwald herausragende Schild hat gewissermaßen stärkste Befehlsgewalt. Es bedeutet unbedingtes Haltegebot, und zwar – was immer wieder übersehen wird! – an der markierten Haltelinie. Das neue Stop-Schild wird oft in einiger Entfernung vor der Kreuzung angekündigt:



Der oft bespöttelte „Schilderwald“, der nach dem Willen der Verkehrsverantwortlichen allmählich gelichtet werden soll, hat immerhin den großen Vorteil, daß er dem Verkehrsteilnehmer eine wichtige Hilfe ist. Wer stets aufmerksam fährt und bemüht ist, im Dschungel der Schilder nicht die Orientierung zu verlieren, fährt sicherer. Das wird sofort an Kreuzungen deutlich, an denen es keine Hilfestellung durch Ampeln oder Beschilderung gibt. Wenn nichts Schlimmeres geschieht, so stockt an solchen neuralgischen Punkten leicht der Verkehr, weil sich die Kreuzungsbenutzer oft nicht über die Vorfahrtregelungen im klaren sind. Die Grundregel lautet in solchen Fällen, daß der von rechts Kommende Vorfahrt hat, sofern Schilder nichts anderes besagen.



102

Das klassische Schild einer Kreuzung, auf der von rechts Kommende Vorfahrt haben, ist das rot umrandete Dreiecksschild mit dem X-Zeichen.



301

Ebenso eindeutig ist dieses Schild, mit dem eine Kreuzung gekennzeichnet wird, auf der nur eine der beiden sich hier kreuzenden Straßen Vorfahrt hat.

In diesem Zusammenhang wollen wir noch ein Zusatzschild für Vorfahrtstraßen (Nr. 306) erwähnen, das an Punkten angebracht wird, wo in eine Vorfahrtstraße zwei oder mehr Nebenstraßen münden:



306

So eindeutig dieses Zeichen ist, so wenig sagt es über die Verkehrssituation an diesem Punkt aus. Wer der Vorfahrtstraße, also der starken Linie folgt, hat zwar auch weiterhin Vorfahrt, es wird aber von ihm erwartet, daß er seine Absicht rechtzeitig und deutlich (durch Fahrtrichtungsanzeiger) ankündigt. Da an diesen Punkten auch mit Fußgängern zu rechnen ist, muß darauf die Fahrweise eingerichtet werden; gegebenenfalls soll der Kraftfahrer sogar warten, bis die Fußgänger die Straße überquert haben.

Wir sind noch bei den Kreuzungen, die bei starker Inanspruchnahme immer neue Probleme aufwerfen, denen man auch nicht durch Verkehrsampeln oder allgemeine Vorschriften beikommen kann. Das wird am deutlichsten in den „rush hours“, in den Stoßzeiten des täglichen Verkehrspulsschlages, die vor allem durch die motorisierten Pendler zwischen Wohnung und Arbeitsplatz hervorgerufen werden. Diese Überbeanspruchung der Straßen führt fast schon regelmäßig zu förmlichen Verkehrszusammenbrüchen, um deren Beseitigung sich die verantwortlichen Stellen bisher vergeblich bemühten, da es gegen die menschliche Unvernunft nur unzulängliche Maßnahmen gibt. Hier versucht die neue Straßenverkehrsordnung durch einen schlichten, aber inhaltsreichen Satz eine vernünftige Regelung zu treffen:

„§ 11: Stockt der Verkehr, so darf trotz Vorfahrt oder grünem Lichtzeichen niemand in die Kreuzung oder Einmündung einfahren, wenn er auf ihr warten mußte.

Auch wer sonst nach den Verkehrsregeln weiterfahren darf oder anderweitig Vorrang hat, muß darauf verzichten, wenn die Verkehrslage es erfordert; auf einen Verzicht darf der andere nur vertrauen, wenn er sich mit dem Verzichtenden verständigt hat“

Wenn sich alle Verkehrsteilnehmer namentlich während der „rush hours“ an diese Regelung halten, wird das einen viel flüssigeren Verkehr zur Folge haben als bisher, wo es auf den Kreuzungen durch das Kreuz- und Querlaufen des Verkehrs zu oft nur schwer entwirrbaren Stockungen kam.

Abstand halten

Die Straßenverkehrsordnung kümmert sich zu Recht auch um Dinge, die bisher nicht amtlich geregelt waren, obwohl das mit der von Jahr zu Jahr wachsenden Zahl der Verkehrsteilnehmer immer notwendiger wurde. Dazu gehört beispielsweise auch die Frage des Abstandes, den die Fahrzeuge auf belebten Straßen zu dem vorausfahrenden Fahrzeug einhalten sollten. Es wurde schon davon gesprochen, daß namentlich die Lastkraftwagen so weit voneinander Abstand halten müssen, daß überholenden schnelleren Fahrzeugen das Einscheren zwischen zwei „dicken Brummern“ möglich gemacht wird. Dies gilt nicht,

1. wenn ein LKW zum Überholen ausschert, nachdem er sein Vorhaben vorher durch Blinken angekündigt hat,
2. wenn in der Fahrtrichtung mehr als ein Fahrstreifen vorhanden ist und
3. auf Strecken, auf denen das Überholen verboten ist.

Ganz allgemein ist zum Abstandhalten folgendes zu sagen: Sehr viele Kollisionen ereignen sich – namentlich auf Autobahnen und Schnellstraßen – dadurch, daß der Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug viel zu knapp gehalten wird, so daß der Bremsweg nicht ausreicht, wenn der Vordermann aus irgendeinem Grunde zur plötzlichen Vollbremsung gezwungen wird. Wenn man bedenkt, daß bei den meisten Fahrern die sogenannte „Schrecksekunde“ länger als eine Sekunde währt, wird einem ohne weiteres klar, daß der Abstand zum Vordermann größer sein muß als der Weg, den man selber in einer Sekunde zurücklegt. Empfohlen wird darum sicherheitshalber der „Zwei-Sekunden-Abstand“.

Es gibt eine Faustregel für die Feststellung, ob der Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug genügt:

Beobachte den Vordermann und fixiere einen markanten Punkt, den dieser auf der Fahrbahn erreicht (Brücke, Baumgruppe oder ähnliches). Von diesem Augenblick an zähle die Sekunden, die du selber benötigst, um den Punkt zu erreichen. Passierst du ihn vor Ablauf der zwei Sekunden, so bist du schneller als der Vordermann, hast also nicht den „Zwei-Sekunden-Abstand“ und solltest die Geschwindigkeit entsprechend reduzieren.

Der „Zwei-Sekunden-Abstand“ entspricht dem halben „Tacho-Abstand“, also 30 m Abstand bei 60 km/h, 50 m bei 100 km/h usw.

Auch der Vorausfahrende hat die Pflicht, die gesamte Verkehrssituation im Auge zu behalten und auf diese Weise Unfälle verhüten zu helfen. Vor allem kann er Auffahrunfälle verhindern, wenn er nicht ohne zwingenden Grund bremst. Solche nicht-zwingenden Gründe sind z. B. eine verpaßte Ausfahrt und eine zu spät entdeckte Parklücke.

Abbiegen, Wenden und Rückwärtsfahren

Zu diesen Manövern äußert sich der § 9 der Straßenverkehrsordnung wie folgt:

„Wer abbiegen will, muß dies rechtzeitig und deutlich ankündigen; dabei sind die Fahrtrichtungsanzeiger zu benutzen. Wer nach rechts abbiegen will, hat sein Fahrzeug möglichst weit rechts, wer nach links abbiegen will, bis zur Mitte, auf Fahrbahnen für eine Richtung möglichst weit links einzuordnen, und zwar rechtzeitig. Wer nach links abbiegen will, darf sich auf längs verlegten Schienen nur einordnen, wenn er kein Schienenfahrzeug behindert. Vor dem Einordnen und nochmals vor dem Einbiegen ist auf den nachfolgenden Verkehr zu achten; vor dem Abbiegen ist das dann nicht nötig, wenn eine Gefährdung nachfolgenden Verkehrs ausgeschlossen ist.

Radfahrer, die abbiegen wollen, müssen an der rechten Seite der in gleicher Richtung abbiegenden Kraftfahrzeuge bleiben.

Wer abbiegen will, muß entgegenkommende Fahrzeuge durchfahren lassen, Schienenfahrzeuge und Radfahrer auch dann, wenn sie neben der Fahrbahn in der gleichen Richtung fahren. Auf Fußgänger muß er besondere Rücksicht nehmen; wenn nötig, muß er warten.

Wer nach links abbiegen will, muß entgegenkommende Fahrzeuge, die ihrerseits nach rechts abbiegen wollen, durchfahren lassen.

Beim Abbiegen in ein Grundstück, beim Wenden und beim Rückwärtsfahren muß sich der Fahrzeugführer darüber hinaus so verhalten, daß eine Gefährdung anderer Verkehrsteilnehmer ausgeschlossen ist; erforderlichenfalls hat er sich einweisen zu lassen.“

Das ist in knappen Worten alles, was zu diesen Manövern zu sagen ist. Es sei hier jedoch ergänzend hinzugefügt, daß in dieser Beziehung sehr viele Fehler gemacht werden und daß gerade beim Einbiegen durch falsches Verhalten häufig Unfälle verursacht werden. Wer nach rechts einbiegen will, hat zum Beispiel auf geradeaus weiterfahrende Radfahrer zu achten, die auf jeden Fall Vorfahrt haben. Beim Linksabbiegen im Stadtverkehr wird es dem Fahrzeuglenker neuerdings durch Pfeilmarkierungen auf der Fahrbahn leichter gemacht, sich rechtzeitig richtig einzuordnen. Man muß sich jedoch merken, daß die Pfeile die Fahrtrichtungen auf der folgenden Kreuzung oder Einmündung *zwingend* vorschreiben. Man hat ihnen also auch dann zu folgen, wenn man sich versehentlich falsch eingeordnet hat – es sei denn, daß es die Verkehrslage gestattet, sich mit den anderen Verkehrsteilnehmern über einen Richtungswechsel zu verständigen.

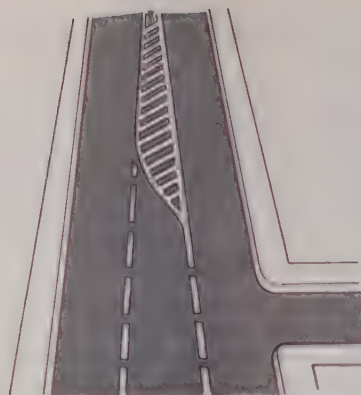
Wichtig ist in diesem Zusammenhang auch die Markierung von Sperrflächen (Zeichen 298). Diese aus weißen Strichen oder Nägelreihen bestehenden Markierungen in Gitterform dürfen nicht befahren werden; sie dienen der klaren Kanalisierung des Verkehrs. Wer sie nicht beachtet, bringt sich und andere in Gefahr.

An Kreuzungen, die keinerlei Markierungen der geschilderten Art aufweisen, muß sich der Verkehrsteilnehmer durch erhöhte Aufmerksamkeit selber helfen. Wer nach links abbiegen will, muß

297



298



sich zunächst einmal durch einen Blick in den Rückspiegel davon überzeugen, daß er sich ohne Behinderung des nachfolgenden Verkehrs zur Straßenmitte hin einordnen kann. Ist das der Fall, so hat er rechtzeitig vorher durch Blinkzeichen seine Absicht kundzutun. Auf der Mitte der Kreuzung oder Einmündung hat er dann so lange zu warten, bis sich im entgegenkommenden Verkehr eine genügend große Lücke zeigt.

Halten und Parken

Hier sei zunächst wieder einmal die Straßenverkehrsordnung zitiert, die in § 12 den Begriff des Parkens wie folgt definiert: „Wer sein Fahrzeug verläßt oder länger als drei Minuten hält, der parkt.“ Im gleichen § 12 wird gesagt, daß zum Parken der rechte Seitenstreifen zu benutzen ist, wenn er dazu ausreichend befestigt ist; sonst ist an den rechten Fahrbahnrand heranzufahren. „Das gilt in der Regel auch für den, der nur halten will; jedenfalls muß auch er dazu auf der rechten Seite rechts bleiben. Soweit auf der rechten Seite Schienen liegen, sowie in Einbahnstraßen darf links gehalten und geparkt werden“.

Derselbe § 12 zählt auf, wo das **Halten** unzulässig ist:

1. an engen und an unübersichtlichen Straßenstellen,
2. im Bereich von scharfen Kurven,
3. auf Beschleunigungsstreifen und auf Verzögerungsstreifen,
4. auf Fußgängerüberwegen sowie bis zu 5 m davor,
5. auf Bahnübergängen und
6. soweit es durch folgende Zeichen verboten ist:

283



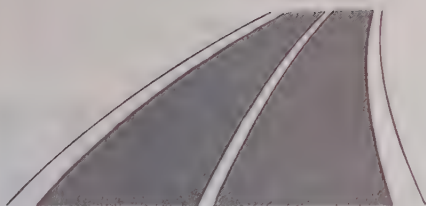
- a) **Halteverbot.** Hierbei handelt es sich um ein neues Verkehrszeichen. Es untersagt jegliches Halten, auch zum Aus- und Einsteigen und zum Be- und Entladen. Es hat in erster Linie die Aufgabe, den Verkehr flüssig zu halten.

286



- b) **Eingeschränktes Halteverbot.** Wo es steht, ist das Ein- und Aussteigen sowie das Be- und Entladen gestattet.

295



c) **Fahrstreifenbegrenzung und Fahrbahnbegrenzung.** Sie sind durch ununterbrochene Linien oder durch gleichmäßig dichte Nagelreihen gekennzeichnet. Begrenzt eine solche Linie beide Fahrbahnen, so haben sich die Fahrzeuge in beiden Fahrtrichtungen rechts von ihr zu halten; sie darf auf keinen Fall überfahren werden. Halten und Parken ist auf der so begrenzten Fahrbahn nur erlaubt, wenn zwischen dem parkenden Fahrzeug und der Linie ein Fahrstreifen von mindestens 3 m Breite bleibt.

d) **Richtungspfeile auf der Fahrbahn** (Zeichen 297). Auf den so markierten Teilen der Fahrbahn ist selbstverständlich jedes Halten und Parken verboten, sofern es nicht durch Lichtsignale bewirkt wird.

Der § 12 führt auch die Fälle auf, wo das **Parken** unzulässig ist:

1. vor und hinter Kreuzungen und Einmündungen bis zu je 5 m von den Schnittpunkten der Fahrbahnkanten,
2. bis zu 10 m vor Lichtzeichen und den Zeichen „Vorfahrt gewähren!“ (Zeichen 205) und „Halt! Vorfahrt gewähren!“ (Zeichen 206),
3. vor Grundstücks- Ein- und Ausfahrten, auf schmalen Fahrbahnen auch ihnen gegenüber,
4. bis zu 15 m vor und hinter Haltestellenschildern,



224

Straßenbahnen



226

Kraftfahrlinien

5. an Taxenständen,

229



6. vor und hinter Andreaskreuzen, die vor Bahnübergängen angebracht sind:



201

- a) innerhalb geschlossener Ortschaften bis zu je 5 m,
- b) außerhalb geschlossener Ortschaften bis zu je 50 m,

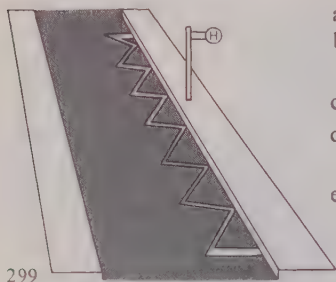
7. über Schachtdeckeln und anderen Verschlüssen, wo durch Zeichen



315

oder eine Parkflächenmarkierung das Parken auf Gehwegen erlaubt ist, und

8. soweit es durch folgende Verkehrszeichen verboten ist:



- a) Vorfahrtstraße (Zeichen 306)
- b) Fahrstreifenbegrenzung (Zeichen 295)
- c) Parken auf Gehwegen (Zeichen 315)
- d) Grenzmarkierung für Parkverbote (Zeichen 299)
- e) Parkplatz (Zeichen 314) mit Zusatzschild, aus dem hervorgeht, daß die Parkerlaubnis für eine bestimmte Dauer oder für bestimmte Fahrzeugarten beschränkt ist.



Parkzeitbeschränkungen

Vielerorts, namentlich in den Stadtkernen, sind auch an den amtlich geschaffenen oder zugelassenen Parkgelegenheiten Beschränkungen der Parkzeit festgesetzt worden, wo die „Groschgräber“, wie der Volksmund die Parkuren getauft hat, das Dauerparken dadurch verhindern, daß sie nach einer bestimmten Zeit – halbstündlich, stündlich oder gelegentlich auch nach 2 3 Stunden – ablaufen. Sie sind nicht nur, wie oft boshaft behauptet wird, zur Aufbesserung des Staatssäckels da, sondern sollen auch verhindern, daß Dauerparker die im allgemeinen ohnehin nicht ausreichenden Parkgelegenheiten den ganzen Tag blockieren. Dem gleichen Zweck dienen die weniger geldgierigen Parkscheiben, die in der neuen Straßenverkehrsordnung vorgeschrieben, aber noch nicht allgemein eingeführt sind. Sie gelten vorerst nur dort, wo die Parkplätze entsprechend gekennzeichnet sind.

290



Zonenhaltverbot für einen Stadtbezirk

291



Parkscheibe

Die Handhabung der Parkscheibe ist denkbar einfach: Man stellt den Zeiger auf den Strich der halben Stunde ein, die der Zeitpunkt des Anhaltens folgt. Von hier an zählt die zugelassene Parkdauer. Wird der Wagen beispielsweise um 10.15 Uhr eingeparkt, so muß die Parkscheibe auf 10.30 Uhr eingestellt werden. Von hier an zählt die zugelassene Parkdauer – 3 Stunden also bis 13.30 Uhr.

Beleuchtung, Schall-, Leucht- und Warnzeichen

Daß kein Fahrzeug für den Straßenverkehr zugelassen wird, dessen Beleuchtungseinrichtung nicht den Vorschriften entsprechen, ist bekannt. Weniger Klarheit herrscht noch immer darüber, wann wo welche Beleuchtungsart benutzt werden darf und muß. Dabei läßt sich auch dies, wie die meisten Verkehrsregeln – auf einfache, logisch zu begründende Formeln bringen: Autos und LKWs haben zunächst einmal Scheinwerfer, Abblendlichter und Standlichter. Über deren Benutzung gibt es nach der Straßenverkehrsordnung keine Unklarheiten mehr, denn:

- a) *Standlichter* haben allein die mit ihrem Namen fixierte Bedeutung – sie sind keine Fahrlichter, sondern nur Standlichter;
- b) *Scheinwerfer* sollen – ihrem Namen entsprechend – möglichst viel Licht spenden, damit man mit ihrer Hilfe sehen kann und gesehen wird. Sie dürfen aber nicht zu einer Behinderung des Gegenverkehrs und der Fußgänger werden. Darum muß der Fahrer rechtzeitig abblenden, wenn ein Fahrzeug entgegenkommt oder mit geringem Abstand vorausfährt, so daß die Insassen und insbesondere der Lenker des Fahrzeugs durch die Reflexe in den Rückspiegeln nicht geblendet werden. Überhaupt muß vermieden werden, daß das sogenannte Fernlicht andere Verkehrsteilnehmer behindert oder gar gefährdet;
- c) *Abblendlicht* sollte auf gut beleuchteten, übersichtlichen oder stark befahrenen Straßen – beispielsweise Autobahnen – die normale Beleuchtung sein. Fährt man mit Scheinwerfern

uß das Abblendlicht in dem Augenblick eingeschaltet werden, wo ein entgegenkommendes Fahrzeug noch so weit entfernt ist, daß der Fahrer durch den Scheinwerfer nicht belästigt wird. Gut ausgestattete Fahrzeuge besitzen zusätzlich Nebellampen, Nebelschlußleuchten und Warnblinklichter. Über ihre Verwendung hat die Straßenverkehrsordnung klare Bestimmungen, die kurz dahingehend zusammengefaßt werden können,

daß *Nebellampen* nur bei Nebel, Schneefall oder starkem Regen benutzt werden dürfen, daß *Nebelschlußleuchten* nur außerhalb geschlossener Ortschaften benutzt werden dürfen und nur dann, wenn durch Nebel die Sichtweite weniger als 50 m beträgt, daß die *Warnblinkanlage* nur eingeschaltet werden darf, wenn andere Verkehrsteilnehmer durch das Fahrzeug gefährdet werden. Außerdem darf der Fahrer eines Schulbusses die Warnblinklichter einschalten, solange Kinder ein- oder aussteigen. – Warnblinklichter sind seit Erlaß der neuen Straßenverkehrsordnung für „mehrspurige Fahrzeuge, die mit Fahrtrichtungsanzeigern ausgerüstet sein müssen“, Vorschrift. Da viele Fahrzeuge während der gewährten Übergangszeit noch keine Warnblinkanlage haben, sei hier gesagt, wie diese beschaffen sein muß:

- a) Für die Schaltung muß im Kraftfahrzeug ein besonderer Schalter vorhanden sein.
- b) Nach dem Einschalten müssen alle am Fahrzeug oder Zug vorhandenen Blinkleuchten gleichzeitig mit einer Frequenz von 90 ± 30 Perioden in der Minute gelbes Blinklicht abstrahlen.
- c) Dem Fahrzeugführer muß durch eine auffällige Kontroll-Leuchte für rotes Licht angezeigt werden, daß das Warnblinklicht eingeschaltet ist.

Schluß der Angaben über die Beleuchtung der Fahrzeuge noch einige wichtige Hinweise:

Fahrzeughalter sollte durch regelmäßige Kontrollen dafür sorgen, daß die Beleuchtungsanlage in Ordnung ist und die Scheinwerfer richtig eingestellt sind. Wird er von entgegenkommenden Fahrzeugen häufiger angeblendet, so bedeutet das meistens, daß die Scheinwerfer falsch eingestellt sind und den Gegenverkehr blenden. Bei „schmierigem“ Wetter verschmutzen die Beleuchtungsanlagen noch schneller als die Windschutzscheiben. Daher dient es der eigenen Sicherheit wie der von entgegenkommenden Fahrzeugen, wenn man hin und wieder anhält, um die Gläser Scheinwerfer und Blinklichter zu säubern. Diese Reinigung sollte bei ungünstiger Witterung beim Halten an Tankstellen und auf Rastplätzen zur Selbstverständlichkeit werden.

Die Scheinwerferbirnen in Ordnung sind, kann schnell geprüft werden, wenn man einmal vor Garagenwand oder vor einer anderen senkrechten Fläche, vielleicht sogar vor einer Schauerscheibe nacheinander Standlicht, Abblendlicht und Fernlicht einschaltet. Die Regulierung falschen Einstellungs sollte man einer dafür eingerichteten Werkstatt überlassen.

- und Mopedfahrer

Fahrer stärkerer Motorräder gelten im großen und ganzen sinngemäß die gleichen Bestimmungen wie für die Autofahrer.

Rad- und Mopedfahrer hat die Straßenverkehrsordnung eine Anzahl neuer wichtiger Bestimmungen gebracht.

Radfahrer sind neben den Fußgängern die schwächsten und gefährdetsten Verkehrsteilnehmer – gefährdet schon darum, weil sie zum Teil immer noch glauben, die Bestimmungen der Straßenverkehrsordnung seien nur für die motorisierten Verkehrsteilnehmer gedacht, nicht aber für die „1 PS“-Fahrzeuge. Das ist ein schwerwiegender Irrtum, der schon vielen zum Verhängnis worden ist: Radfahrer sind gleichberechtigte, aber auch gleichverpflichtete Verkehrsteilnehmer. Verkehrsvorschriften gelten sinngemäß auch für sie, und darum können sie nicht – wie das häufig bei Jugendlichen immer wieder festzustellen ist – blind und sinnlos darauflos strampeln, sondern sie müssen die Augen offenhalten.

Grundsätzlich gilt im Gegensatz zu früher, daß Radfahrer einzeln hintereinander und scharf am rechten Fahrbahnrand fahren müssen. Nur auf wenig befahrenen Straßen, wo der motorisierte Verkehr nicht behindert wird, dürfen Radfahrer auch nebeneinander fahren. Mofas und Mopeds dagegen müssen immer hintereinander fahren.

Vor dem Abbiegen nach links müssen sich sowohl Rad- wie Mopedfahrer vergewissern, daß ein Einordnen ungefährdet und nicht verkehrsbehindernd möglich ist. Das kann durch Blick in einen – für Radfahrer nicht vorgeschriebenen – Rückspiegel oder durch einen direkten Blick nach hinten geschehen. Durch Ausstrecken des linken Armes muß dann die Absicht zum Abbiegen nach links deutlich gemacht werden. Erst danach erfolgt die Einordnung, wobei man sich an der rechten Seite von ebenfalls nach links abbiegenden Motorfahrzeugen hält. Diese Einordnung ergibt sich von selbst, wenn man sich überlegt, daß der Moped- und der Radfahrer nach dem Einbiegen am rechten Fahrbahnrand weiterfahren wollen und müssen.

Zur besonderen Beachtung :

Wo ein Radweg vorhanden ist, muß er benutzt werden – auch von Mofas, die nicht schneller als 25 km/h fahren können. Mopeds, die bis zu 40 km/h Geschwindigkeit erreichen, haben das Recht, den Radweg zu benutzen, wenn ein entsprechendes Zusatzschild aufgestellt ist :



237



Autobahnen und Schnellstraßen sind für Fahrräder, Mofas und Mopeds verboten.

Fahrräder werden zwar von Millionen von Menschen, insbesondere von Jugendlichen benutzt, aber über die Vorschriften, die sich mit der Ausrüstung dieses Verkehrsmittels befassen, sind die meisten nur ungenügend unterrichtet. Dabei sollte jeder Radfahrer um lückenlose Informationen, insbesondere über die Vorschriften für die Beleuchtungseinrichtungen an Fahrrädern bemüht sein, denn dabei geht es buchstäblich um Leben und Tod, weil der Radfahrer im Straßenverkehr am meisten gefährdet ist. Die Straßenverkehrsordnung hat sich darum auch in einem besonderen Paragraphen mit den Beleuchtungseinrichtungen befaßt, den jeder kennen und anwenden sollte, ehe er sich auf sein Stahlroß schwingt. Es heißt darin u. a., daß Fahrräder mit einem Scheinwerfer für weißes oder schwachgelbes Licht ausgerüstet sein müssen. Die Fahrradscheinwerfer haben keine Abblendvorrichtungen wie die der Autos, sie müssen aber so ausgerichtet sein, daß die Mitte des Lichtkegels in 5 m Entfernung vor dem Fahrrad nur noch halb so hoch liegt wie bei seinem Austritt aus dem Scheinwerfer. Auf diese Weise wird das Blenden entgegenkommender Fahrzeuge weitgehend vermieden. Der Scheinwerfer muß natürlich so fest montiert sein, daß sein Neigungswinkel sich nicht während der Fahrt verstellen kann.

An der Rückseite müssen die Fahrräder mit einer roten Schlußleuchte und mit einem roten Rückstrahler ausgestattet sein. Jeder Besitzer eines Fahrrades sollte einmal nachmessen, ob diese Einrichtungen in der richtigen Höhe angebracht sind; sonst besorgt das eines Tages ein Polizeibeamter und verhängt gegebenenfalls eine Ordnungsstrafe. Die Straßenverkehrsordnung sagt dazu, daß der untere Rand der Schlußleuchte mindestens 400 mm, der untere Rand des Rückstrahlers nicht höher als 600 mm über der Fahrbahn liegen darf.

Elektrische Fahrradscheinwerfer, die heute üblich sind, müssen so geschaltet sein, daß sie nur zusammen mit der Schlußleuchte brennen können. Daß man Scheinwerfer und Rückleuchte ebenso wie die Rückstrahler ständig sauber halten muß, ist so selbstverständlich, daß man sich nur wundern kann, wie gleichgültig viele in dieser Beziehung sind.

Außerdem müssen die Pedale beidseitig mit gelben Rückstrahlern versehen sein.

Ebenso wichtig wie die Beleuchtungseinrichtungen sind die Bremsen. Die Straßenverkehrsordnung sagt dazu nur, daß die Fahrräder zwei voneinander unabhängige Bremsen haben müssen. Dieser Vorschrift ist mit der handelsüblichen Handbremse und der Rücktrittbremse Genüge

getan. Wer sich aber statt der nicht sehr wirkungsvollen, nur auf das Vorderrad wirkenden Handbremse eine auf beide Räder wirkende Felgenbremse einbauen läßt, handelt vernünftig, nämlich im Sinne seiner eigenen Sicherheit.

Straßenbahn und Bus

Der alte Grundsatz, daß Schienenfahrzeuge im Straßenverkehr die gleichen Rechte und Pflichten haben wie die anderen Verkehrsteilnehmer, also den allgemeinen Bestimmungen für den Straßenverkehr unterliegen, ist in der neuen Straßenverkehrsordnung zwar beibehalten worden, es gibt aber einige Bestimmungen, die von den anderen Straßenbenutzern beachtet werden müssen. Es handelt sich dabei um Bevorzugungen, die sich daraus ergeben, daß die Straßenbahnen (und neuerdings auch die Busse) Massenverkehrsmittel sind, die sich obendrein noch an Fahrpläne halten müssen:

- a) Viele Ampeln an Kreuzungen haben zusätzliche Lichtzeichen für Straßenbahnen (und Busse), die vorfahrtsregelnde Bedeutung haben;
- b) links abbiegende Fahrzeuge müssen sich rechts neben Straßenbahnschienen einordnen und dürfen sich nicht etwa auf die Schienen stellen, sofern sie dadurch die Straßenbahn in der einen oder anderen Richtung behindern;
- c) ein Autobus, der sich von einer Haltestelle wieder in den Verkehr einordnen will und dies durch Blinkzeichen kenntlich macht, muß vorgelassen werden. Das gilt insbesondere auch für Schulbusse. Sie halten nicht nur an entsprechend markierten Stellen. Der Fahrer ist verpflichtet, während des Ein- und Aussteigens der Kinder die Warnblinkanlage einzuschalten, was für die anderen Verkehrsteilnehmer bedeutet, daß sie zweckmäßigerweise den Schulbus nicht überholen sollten, weil sie mit blindlings über die Straße rennenden Kindern zu rechnen haben.

Eisenbahn

Nicht nur in Deutschland, sondern in erhöhtem Maße auch in anderen Ländern gibt es immer noch niveaugleiche Bahnübergänge. Ganz gleich ob sie beschränkt oder unbeschränkt sind, stellen sie für den die Bahnanlage kreuzenden Straßenverkehr einmal eine Erschwernis und Belästigung, zum andern aber auch ein erhebliches Gefahrenmoment dar. Es kommt immer wieder vor, daß entweder durch menschliche Unzulänglichkeit die Schranken offen bleiben, während ein Zug heranbraust, oder bei unbeschränkten Bahnübergängen folgenschwere Karambolagen zwischen Zug und Auto erfolgen. Hier sollen Beschilderungen wenigstens dazu beitragen, die Unfallquote so niedrig wie möglich zu halten.



Dieses Zeichen kündigt einen Bahnübergang mit Schranken oder Halbschranken an,



während dieses Zeichen auf einen unbeschränkten Bahnübergang hinweist. Dieser ist heute meistens mit einem Blinklicht ausgestattet, mit dem gelbe und rote Lichtzeichen gegeben werden. Zeigt das Blinklicht rot, so bedeutet das, daß sich ein Schienenfahrzeug nähert und daß der Straßenverkehr stoppen muß.



153



201



(auch liegend)
Andreaskreuz

Zusätzlich werden an Bahnübergängen häufig in Abständen von 80 m drei-, zwei- und einstreifige Baken angebracht, wie sie dem Autofahrer auch von den Autobahnausfahrten her bekannt sind. Bei beschränkten Übergängen stehen sie auf der linken, bei unbeschränkten auf der rechten Straßenseite – die drei-streifigen Baken zusammen mit den Zeichen 150 und 151 erstmalig 240 m vom Übergang entfernt, dann die zweistreifigen in 160 m und die einstreifigen in 80 m Entfernung. An die Bahnübergänge fährt man grundsätzlich mit verminderter Geschwindigkeit heran – ganz gleich, ob Schranken vorhanden sind oder nicht und ob die Schranken geöffnet oder geschlossen sind. Bei rotem Blinklicht oder bei Herannahen eines Schienenfahrzeuges muß in der Höhe des Andreaskreuzes gehalten werden.



156



Besondere Regeln für Autobahnen und Kraftfahrstraßen

Autobahnen und Kraftfahrstraßen dienen dem schnellen Verkehr, und darum muß von den Benutzern erhöhte Aufmerksamkeit erwartet werden. Falsche Reaktionen, Unachtsamkeit und Rücksichtslosigkeit haben bei einem hohen Prozentsatz der Autobahnunfälle Totalschaden und Todesopfer zur Folge. Dessen muß sich jeder bewußt sein, der von einer normalen Straße auf eine Schnellstraße überwechselt. Er muß in diesem Augenblick gleichsam einen höheren Gang seiner Aufmerksamkeit einschalten.

Viele Autobahneinfahrten weisen heute schon einen sogenannten Beschleunigungsstreifen auf, der dem Einfahrenden die Möglichkeit geben soll, bereits das Tempo des fließenden Verkehrs zu erreichen. Es ist jedoch dringend davon abzuraten, diesen Versuch bei starkem Verkehr zu machen, denn für solche Experimente ist der Streifen im allgemeinen viel zu kurz, und die wenigsten sind in der Lage, auf einer so kurzen Strecke die Geschwindigkeit der auf der Autobahn hinter ihm herkommenden Fahrzeuge zu taxieren und zu erreichen. Sicherer fährt jedenfalls derjenige, der den zusätzlichen Streifen als „Wartestreifen“ ansieht.

Besondere Disziplin erfordert auf der Autobahn das Überholen. Da heute Geschwindigkeiten bis zu 180 und 200 km/h keine Seltenheit mehr sind, muß man sowohl den vorauslaufenden wie den nachfolgenden Verkehr in seine Fahrdispositionen einbeziehen, wenn man Überholungsabsichten hat. Vor dem Ausscheren nach links hat man sich durch den Blick in beide Rückspiegel davon zu überzeugen, daß man kein von hinten kommendes schnelleres Fahrzeug behindert. Dann muß man mit dem linken Blinklicht das Überholungsmanöver ankündigen, dieses zügig durchführen und sich danach unter Betätigung des rechten Blinklichts wieder nach rechts eingruppieren. Längeres Verbleiben auf der Überholspur ohne zwingenden Grund ist ausdrücklich verboten und wird bestraft, sofern ein notorischer Linksfahrer von den amtlichen Kontrollorganen erwischt wird.

Das Einschwenken nach rechts wird dem Überholenden – wie schon gesagt – durch die neue Straßenverkehrsordnung auch bei starkem LKW-Verkehr leichter gemacht. Während die Lastkraftwagen und die sonstigen „dicken Brummer“ früher oft in langen Kolonnen dicht auffuhren und so das Überholen und das Einschwenken auf die rechte Fahrbahn sehr erschwerten, sind sie heute durch neue Bestimmungen gehalten, voneinander so viel Abstand zu halten, daß ein überholendes Fahrzeug einscheren kann.

Am Autobahneinfahrten können die bereits auf der Autobahn Befindlichen – eine günstige Verkehrslage vorausgesetzt – das Einfahren anderer Fahrzeuge erleichtern, indem sie rechtzeitig vorher auf die Überholspur überwechseln.

Rechtsüberholen, Wenden, Rückwärtsfahren und Halten sind auf der Autobahn verboten. Für das Rechtsüberholen gibt es nur die eine Ausnahme, daß bei starkem Verkehr und Schlängelfahren beide Fahrzeugreihen nebeneinander herfahren sollen, und dabei kommt es natürlich vor, daß beide Kolonnen abwechselnd schneller und langsamer vorankommen. Gerät der Verkehr auf Autobahnen und Kraftfahrstraßen ins Stocken, so schreibt die Straßenverkehrsordnung vor, daß die Fahrzeuge sich scharf am rechten oder linken Fahrbahnrand halten, um die Straßenmitte für die Durchfahrt von Polizei- und Hilfsfahrzeugen freizumachen.

Wer an Ausfahrten die Autobahn verlassen will, sollte sich spätestens bei der 500 m-Markierung nach rechts einordnen und rechtzeitig vorher seine Absicht durch Blinken anzeigen. Wo vor der Ausfahrt Verzögerungstreifen vorhanden sind, muß auf ihnen das Abbremsen beginnen, damit man nicht mit zu hoher Geschwindigkeit in die Ausfahrtkurve gelangt.

Bei Dunkelheit stellt das Fahren auf der Autobahn besonders hohe Anforderungen. Man Sorge zunächst einmal dafür, daß die Beleuchtungseinrichtungen am Fahrzeug in Ordnung sind.

In Zeiten starken Verkehrs fährt der Autobahnbenutzer mit Abblendlicht. Aufblenden darf er nur dann, wenn er sicher sein kann, daß er entgegenkommende Fahrzeuge nicht behindert. Er braucht im übrigen seine Geschwindigkeit nicht der Reichweite des eigenen Abblendlichts anzupassen, wenn die Schlußleuchten des vorausfahrenden Fahrzeugs noch klar erkennbar sind. Bei starkem Verkehr ist grundsätzlich größte Vorsicht geboten, ein plötzlicher Stau ist bei hohen Geschwindigkeiten häufig nicht rechtzeitig zu erkennen, und es kommt dann leicht zu den gefürchteten und folgenschweren Massenauffahrlücken.

Fußgänger

glauben vielfach, daß sie nichts mit der Straßenverkehrsordnung zu tun haben, diese sei vielmehr ausschließlich für den fahrenden Verkehr bestimmt. Das ist ein verhängnisvoller Irrtum, denn der Fußgänger ist der schwächste und darum am meisten gefährdete Verkehrsteilnehmer. Zwar dienen aus diesem Grunde viele Bestimmungen der Straßenverkehrsordnung dem Schutze des Fußgängers, aber er selber hat auch bestimmte Gebote und Verbote einzuhalten – einmal zu seinem eigenen Schutz und zum andern, um den Verkehr nicht zu behindern. Bei Nichtbeachtung dieser Gebote und Verbote macht er sich strafbar!

In den verkehrsreichen Zentren unserer Städte sollte der Fußgänger es sich angewöhnen, die Straße nur auf den dafür bestimmten Zebrastreifen zu überqueren, auf denen er unbedingten Vorrang hat. Über das Verhalten an und auf den Zebrastreifen haben wir bereits gesprochen (siehe Seite 192). Sind keine Zebrastreifen vorhanden, so sollte der Fußgänger nur an Kreuzungen oder Einmündungen über die Straße gehen, weil dort entweder der Fahr- und Fußgängerverkehr durch Ampeln gelenkt wird oder zumindest die Autofahrer vorsichtiger fahren. An solchen Verkehrspunkten genießen die Fußgänger außerdem den Schutz der Bestimmung, wonach die Autofahrer beim Abbiegen auf Fußgänger besondere Rücksicht zu nehmen und gegebenenfalls zu halten haben. An Ampeln ist der Fußgänger selbstverständlich denselben Regeln unterworfen wie die übrigen Verkehrsteilnehmer, d. h. er muß bei „Rot“ auf dem Gehweg warten und darf erst bei „Grün“ über die Straße gehen, und zwar zügig und nicht mit dem oft beobachteten betont langsamen Bummelgang. Schaltet sich die Ampel während des Überquerens der Straße auf „Rot“, so muß der noch auf der Straße befindliche Fußgänger seine Schritte beschleunigen. Die auch für die Fußgänger geltende Ampelregelung setzt den Vorrang, den sonst die Zebrastreifen den Fußgängern geben, außer Kraft, solange die Ampel in Betrieb ist.

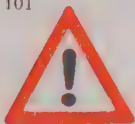
Das Betreten der Autobahnen und Kraftfahrstraßen ist den Fußgängern verboten. Zu den Autobahnen gehören auch die Beschleunigungs- und Verzögerungstreifen, und dort stehende „Anhalter“ machen sich darum strafbar.

Auf Landstraßen ohne Gehwege müssen Fußgänger ganz links, also dem Verkehr entgegen gehen. Dadurch sehen sie besser und werden auch besser gesehen. Bei Dunkelheit und schlechter Sicht sollten sie zu ihrer eigenen Sicherheit hintereinander gehen.

Andere wichtige Verkehrszeichen

Zum Schluß wollen wir noch eine Reihe von Verkehrszeichen wiedergeben, die vorhergehend noch nicht erklärt worden sind:

101



Gefahrenstelle, die durch ein Zusatzschild näher erläutert werden kann.



Abgebrochener
Fahrbahnrand



Achtung,
Wintersport!

103



Kurve
(in diesem Falle rechts)

117



Seitenwind
(vor allem auf Brücken)

105



Doppelkurve
(in diesem Falle zunächst
rechts, dann links)

120



Verengte Fahrbahn

108



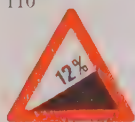
Gefälle
(in diesem Falle 10%)

121



Einseitig
verengte Fahrbahn
(in diesem Falle rechts)

110



Steigung
(in diesem Falle 12%)

123



Baustelle

112



Unebene Fahrbahn

125



Gegenverkehr

114



Schleudergefahr
bei Nässe oder Schmutz

128



Klappbrücke

115



Steinschlag
(vor allem an Steilhängen)

129



Gefährliches Ufer

131



Ampelanlage

134



Fußgängerüberweg

136



Vorsicht, Kinder!

138



Radfahrer kreuzen

140



Viehtrieb

142



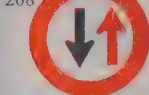
Wildwechsel

144



Flugbetrieb

208

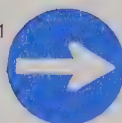


Gegenverkehr hat Vorrang

209

Vorgeschriebene
Fahrtrichtung: rechts

211

Vorgeschriebene
Fahrtrichtung: hier rechts!

214

Vorgeschriebene
Fahrtrichtung:
geradeaus und rechts!

220



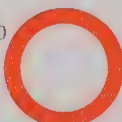
222

Vorgeschriebene Vorbeifahrt
(in diesem Falle:
rechts vorbei!)

Sonderwege für:

239
Reiter237
Radfahrer241
Fußgänger

250

Für Fahrzeuge
aller Art verboten

251

Für Kraftfahrzeuge
verboten

253

Für Lastkraftwagen
mit einem zulässigen
Gesamtgewicht über 2,8 t
und Zugmaschinen verboten

262

Für Fahrzeuge mit 5,5 t
tatsächlichem Gewicht
verboten

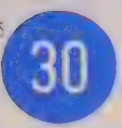
264  Für Fahrzeuge mit mehr als 2 m Breite (einschließlich Ladung) verboten

265  Für Fahrzeuge mit mehr als 3 m Höhe (einschließlich Ladung) verboten

266  Für Fahrzeuge mit mehr als 10 m Länge (auch für Züge) verboten

267  Verbotene Einfahrt

274  Zulässige Höchstgeschwindigkeit

275  Vorgeschriebene Mindestgeschwindigkeit

 330
Autobahn
(Das Zeichen steht an den Einfahrten)



334 Ende der Autobahn



358 Erste Hilfe



336 Ende der Kraftfahrstraße



359 Pannenhilfe



357 Sackgasse



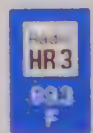
363



331
Kraftfahrstraße (Das Zeichen steht am Anfang einer Kraftfahrstraße sowie an den Kreuzungen und Einmündungen)

Seit 1. Januar 1976

 Verbot für kennzeichnungspflichtige Kraftfahrzeuge mit gefährlichen Gütern



Verkehrsfunksender



Sonderfahrstreifen für Linien-Omnibusse

 Verbot des Fahrens ohne Mindestabstand



Autobahn-Numerierung



▲ Schülerlotsen sind Schüler, die zur Sicherung des Schulweges, namentlich an verkehrsreichen Straßen nahe den Schulen, eingesetzt werden. Sie sind durch Mützen, Armbinden usw. gekennzeichnet und dürfen mit ihren Kellen den motorisierten Verkehr anhalten, wenn Gruppen von Kindern die Straße überqueren wollen. Der Schülerlotsendienst wurde 1953 nach amerikanischem Vorbild aufgebaut.

Nachfolgende Seite: In Zusammenarbeit von Schule und Polizei sind in den letzten Jahren die sogenannten Verkehrsgärten entstanden, in denen den Schulkindern an praktischen Beispielen Verkehrsunterricht erteilt wird.



Tafel 6

Verhalten bei Unfällen und Pannen

Bei Unfällen gilt die allgemeine Regel des § 34 der Straßenverkehrsordnung:

„Nach einem Verkehrsunfall hat jeder Beteiligte sofort zu halten, sich über die Unfallfolgen zu vergewissern und den Verkehr zu sichern.

Beteiligt an einem Verkehrsunfall ist jeder, dessen Verhalten nach den Umständen zum Unfall beigetragen haben kann“.

Diese Forderung sollte sich jeder vor Augen halten, der direkt oder indirekt in einen Unfall verwickelt wird, denn er läuft sonst Gefahr, mit dem Strafgesetzbuch in Konflikt zu geraten, wo es in § 142 heißt: „Wer sich nach einem Verkehrsunfall der Feststellung seiner Person, seines Fahrzeugs oder der Art seiner Beteiligung an dem Unfall vorsätzlich durch Flucht entzieht, obwohl nach den Umständen in Frage kommt, daß sein Verhalten zur Verursachung des Unfalls beigetragen hat, wird mit Freiheitsstrafe bis zu zwei Jahren und mit Geldstrafe oder mit einer dieser Strafen bestraft“. Schon der Fluchtversuch ist strafbar. Unfallflucht liegt natürlich nicht vor, wenn man die Unfallstelle vorübergehend verläßt, um die Polizei zu benachrichtigen oder sonstige Hilfe zu holen. Niemand kann aus eigener Machtvollkommenheit entscheiden, ob er an einem Unfall beteiligt ist; das ist vielmehr Aufgabe der Polizei oder der Geschädigten. Ausdrücklich bemerkt sei, daß beispielsweise auch ein Radfahrer, der durch falsches Einbiegen den Zusammenstoß zweier Autos verursacht hat, unfallbeteiligt ist.

Wurden bei einem Unfall Menschen getötet oder schwerverletzt, so muß immer die Polizei geholt werden, desgleichen bei schwerem Sachschaden. Bei leichteren Unfällen sollte vor allem die Fahrbahn so schnell wie möglich freigemacht werden, damit der Verkehr nicht länger als unvermeidlich gehindert wird. Danach regelt man die Formalitäten.

Bei *Autopannen* sucht man zunächst einmal das Fahrzeug auf die rechte Straßenseite zu bringen, wenn liegenbleibende Fahrzeuge gefährden andere Verkehrsteilnehmer und verursachen leicht große Verkehrsstockungen. Gelingt es nicht, das Fahrzeug ganz von der Fahrbahn herunterzubringen, so schalte man die Warnblinkanlage ein und stelle in genügender Entfernung vor dem havarierten Fahrzeug das *Warndreieck* auf, das nach der Straßenverkehrsordnung jeder Kraftfahrer mit sich führen muß. Als ausreichende Entfernung gelten etwa 100 m. Bei Dunkelheit wird zusätzlich zur Warnblinkanlage eine *Warnleuchte* verwendet, die gelbes Blinklicht abstrahlt; sie muß von der Lichtanlage des Fahrzeugs unabhängig sein und eine ausreichende Brenndauer haben. Für Personenkraftwagen werden diese Warnleuchten nur empfohlen; für Kraftfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht von mehr als 2,5 t sind sie Vorschrift.

Wichtige Neuregelungen

Mit dem 1. Januar 1976 ist in der Bundesrepublik Deutschland die Anschnallpflicht für PKW-Fahrer in Kraft getreten. Von der Vorschrift, Sicherheitsgurte anzulegen, sind Taxi- und Mietwagenfahrer, Lieferanten im Haus-zu-Haus-Verkehr und alle Fahrer befreit, die nur Schrittgeschwindigkeit oder auf dem Parkplatz fahren.

Fahrer und Beifahrer von Krafträdern mit mehr als 40 km/h Geschwindigkeit müssen künftig einen Sturzhelm tragen.

Bei Fahrzeugschlangen auf mehrspurigen Straßen (und damit auch auf Autobahnen), darf rechts schneller als links gefahren werden, wenn es die Verkehrssituation zuläßt. Ebenso dürfen in geschlossenen Ortschaften Personenwagen bei markiertem Fahrstreifen rechts überholen. Fahrstreifen dürfen aber nur gewechselt werden, wenn eine Gefährdung anderer Verkehrsteilnehmer ausgeschlossen ist und rechtzeitig geblinkt wird.

Geblinkt werden muß auch nicht nur beim Ausscheren zum Überholen, sondern auch beim Eincheren nach dem Überholen.

Auf Autobahnen und Kraftfahrstraßen dürfen nur solche Fahrzeuge fahren, deren Höchstgeschwindigkeit mehr als 60 km/h beträgt.

Die besondere Vorsicht, die für das Vorbeifahren an Haltestellen galt, wird auf das Vorbeifahren an Schulbussen ausgedehnt.

Die gelben Tafeln, die das Ende einer Ortschaft kennzeichnen, sollen dahingehend geändert werden, daß auf einem Zusatzschild ein Hinweis auf die nächste Ortschaft ist und die Entfernung dorthin angegeben wird.



GEOGRAPHIE

von Theodor Müller-Alfeld

Die Geographie, wie die alten Griechen sie verstanden, war die Wissenschaft von der Erdoberfläche mit ihren vielfältigen Erscheinungen. Aber ihr Wesen, ihre Aufgaben und ihre wissenschaftlichen Grenzen haben sich im Laufe der Zeit dauernd gewandelt. Sie stellt heute im Grunde genommen einen ganzen Komplex vieler Wissenschaften dar und hat entsprechend der ständigen Erweiterung ihres Forschungsgegenstandes eine Vielfalt von Wissenszweigen entwickelt. Das wissenschaftliche Lehrgebäude gliedert sich in die Allgemeine, die Spezielle und die Angewandte Geographie. Zur *Allgemeinen Geographie* gehört zunächst einmal die Physisch-Geographische Geographie, deren Gegenstand die Erforschung der Erdoberfläche ist und die auf den Erkenntnissen der Geo-Morphologie (Lehre von der Oberflächenstruktur), der Hydrographie (Gewässerkunde), der Ozeanographie (Meereskunde) und der Limnologie (Seekunde) fußt und außerdem in die Bereiche der Klimatologie (Klimakunde) und Meteorologie (Wetterkunde) hineinreicht. Zur Allgemeinen Geographie zählen ferner die Bio-Geographie (Pflanzen- und Tier-Geographie) und die Anthro-Geographie mit zahlreichen Teilgebieten (Siedlungs-, Sozial-, Wirtschafts-, Handels-, Verkehrs- und Politische Geographie), deren Arbeit auf die Erforschung der Siedlungs- und Wirtschaftsformen, der Kulturen und der verkehrstechnischen und verkehrspolitischen Fragen hinausläuft. Die *Spezielle Geographie* ist das klassische Gebiet der eigentlichen Erdkunde. Sie untersucht die verschiedenen Räume und sucht sie in ihrer charakteristischen Eigenart aus den geographischen Gegebenheiten heraus zu erfassen. (Dabei soll hier festgehalten werden, daß dieses Gebiet nichts mit der Staatenkunde zu tun hat, die ein Zweig der Staatswissenschaft ist, der sich mit den geographischen, ethnischen, sozialen, wirtschaftlichen und politischen Verhältnissen der Staaten befaßt.) Neben ihr steht mit verwandten Aufgaben die Spezielle Meereskunde, d. h. die erklärende Beschreibung der einzelnen Meere und Nebenmeere. Die *Angewandte Geographie* schließlich dient, wie übrigens andere Zweige der Geographie auch, dem praktischen Leben – in ihrem Falle der Raumforschung und Landesplanung, der sie durch ihre Arbeitsergebnisse dazu verhilft, bestimmte Landschaftsgebiete im Dienste der Menschheit sinnvoll zu nutzen. In unserer Zeit, in der auf der Erdoberfläche kaum noch ein winziges Fleckchen unerforscht geblieben ist, in der die Menschen ihren Planeten zu verlassen und andere Gestirne zu betreten beginnen, stellen sich für die Geographie neue Aufgaben. Die Menschheit hat sich explosionsartig vermehrt, die modernen Verkehrsmittel rücken die Länder und Erdteile immer näher aneinander, es gibt kein Volk und keinen Staat mehr, die in der Lage wären, in einer Art von „splendid isolation“ weiterzuleben. Die Menschen sind alle aufeinander angewiesen, sie müssen die großen Probleme des Zusammenlebens auf unserer Erde gemeinsam lösen, wenn sie überleben wollen. Das aber setzt die Kenntnis unseres Lebensraumes, seiner Entwicklungsmöglichkeiten und -grenzen voraus. Man kann heute die politischen Geschehnisse, die wirtschaftlichen Vorgänge und Zusammenhänge, die kulturellen Wechselbeziehungen der Völker nur dann verstehen, wenn man über die nötigen geographischen Kenntnisse verfügt. Darum ist die Geographie heute nicht nur einfach eine schulische Disziplin, sondern sozusagen Pflichtfach eines jeden guten Staatsbürgers, der bewußt im Leben stehen und verständig mitreden will.

Inhaltsübersicht

Die Erde 213

Die zwölf Tierkreiszeichen 215

Der Mond 215

Mond- und Sonnenfinsternisse 218

Die Sonne und ihre Planeten 219

Wichtiges über die Geschichte der Erde 221

Die elementare Zusammensetzung
der Erdrinde 222

Die Erdzeitalter 223

Die Gesteinsarten 224

Die Eiszeiten 224

Vulkanismus und Erdbeben 226

Die bekanntesten tätigen Vulkane 228

Erdbebenkatastrophen in 7 Jahr-
hunderten 229

Das Gradnetz unserer Erde 229

Meere und Seen 232

Die großen Seen 236

Die großen Flüsse 236

Die großen Berge 237

Große Gletscher 237

Bekannte Landengen 237

Die Atmosphäre 238

Beispiel einer Wetterkarte 240

Wolkenformen 241

Die Entschleierung der Erde 242

Die Erdteile:

Europa 244

Asien 245

Australien und Ozeanien 247

Afrika 249

Nordamerika 251

Südamerika 252

Die Länder und Staaten auf der Erde von A bis Z 254

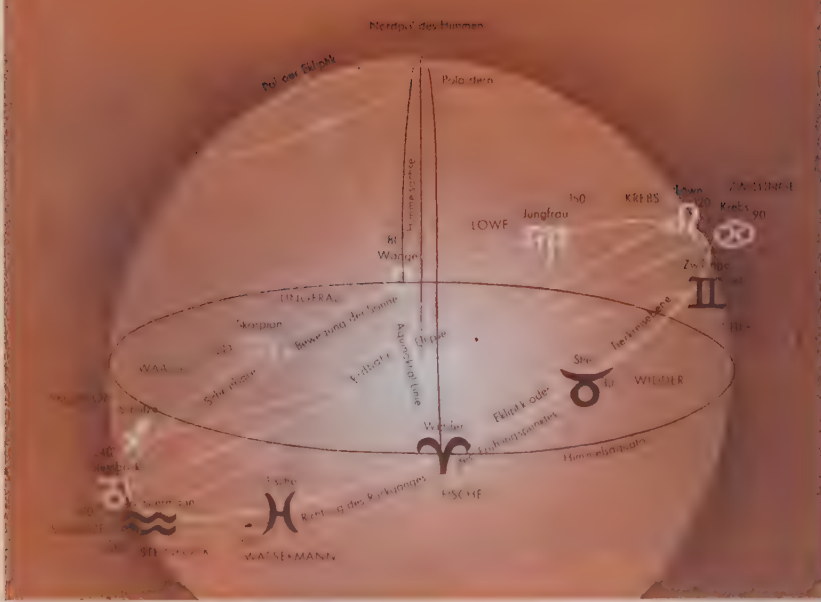




Die Planeten unseres Sonnensystems

Die Erde

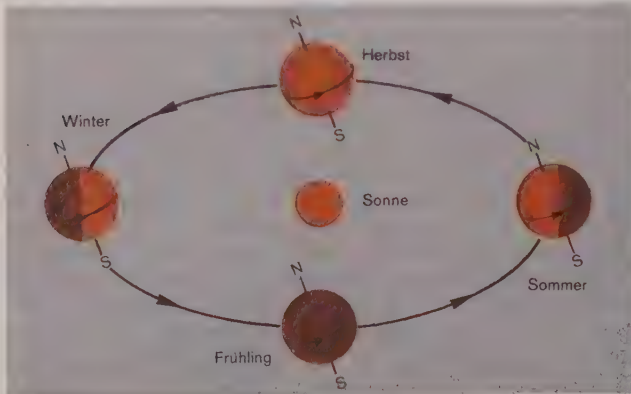
Als Galilei 1616 wegen seiner beiden Lehrsätze, daß die Sonne im Mittelpunkt der Welt stehe und daß die Erde sich bewege, zum Schweigen verurteilt wurde, saß das Hl. Offizium in Wirklichkeit nicht über den italienischen Naturforscher zu Gericht, sondern über alte griechische Mathematiker, Philosophen und Sternforscher wie Hipparchos von Nikaia (etwa 190–120 v. Chr.), die bereits durch sehr genaue astronomische Beobachtungen und auf Grund der mathematischen Auswertung der Mondfinsternisse zu der Erkenntnis gekommen waren, daß die Erde zusammen mit den übrigen Planeten um die sehr viel größere Sonne kreise und daß der scheinbare Stillstand der Fixsterne nur eine Folge ihrer ungeheuren Entfernung von dem Beobachter auf der Erde sei. Diese Theorie fand zu Hipparchos' Zeiten jedoch kaum Beachtung, vielmehr schuf Ptolemäus (120–160 n. Chr.) in seinem *Almagest* das geozentrische Weltbild, das über anderthalb Jahrtausende Geltung behielt. Erst Kopernikus entwickelte unter Verwendung der Theorien des Regiomontanus die Annahme eines heliozentrischen Weltsystems, nach dem die Sonne den Mittelpunkt der noch als kreisförmig betrachteten Planetenbahnen bildet und auch die sich täglich um ihre Achse drehende Erde um sie kreist und ihrerseits vom Monde umkreist wird. Auf dieses heliozentrische Welt-system des Kopernikus stützte sich Galilei, als er vor dem Hl. Offizium sein berühmt gewordenes, wenn auch nur legendär zu wertendes Wort sprach: „*eppur si muove*“ („Und sie bewegt sich doch“). Aber Galilei und sein Zeitgenosse Kepler, der das kopernikanische Weltsystem entscheidend vervollkommnete und vollendete, wobei er auch den Irrtum von den Kreisbahnen der Planeten beseitigte, kamen mit ihren Schriften bis 1835 auf den Index der katholischen Kirche. So lange dauerte es, bis die aus Newtons Gravitationsgesetzen abgeleiteten astronomischen Erkenntnisse auch die orthodoxesten Verfechter des Ptolemäischen geozentrischen Prinzips von der Folgerichtigkeit des neuen Weltbildes überzeugten. Seitdem haben die theoretische und die angewandte Physik riesige Fortschritte gemacht, haben die Wissenschaftler ihr astronomisches Wissen in atemberaubender Weise erweitert. Wir wissen, daß die Erde einer von neun Planeten unseres Sonnensystems ist, die sich mit einer inzwischen genau errechneten Gesetzmäßigkeit um die Sonne drehen. Wir wissen, daß die Erde die Sonne auf einer fast kreisförmigen Bahn in einem mittleren Abstand von 149,5 Millionen km umläuft, daß ihre Achse um $23\frac{1}{2}$ Grad gegen die Achse des Himmelsäquators



Die Bewegung
der Erde
in der Ekliptik

geneigt ist und daß der jahreszeitliche Wechsel des Sonnenstandes eine unmittelbare Folge dieser Neigung ist. Vor allem aber sehen wir die Erde nicht mehr isoliert, sondern in ihrer Abhängigkeit von anderen Himmelskörpern, insbesondere unter der ständigen Einwirkung von Sonne und Mond – vom Mond auf die Gezeiten, von der Licht- und Materiestrahlung der Sonne auf Klima und Witterung, auf Vegetation und Lebensmöglichkeiten für Mensch und Tier.

Der schon erwähnte Hipparchos war ein wirkliches Phänomen. Wenn er vor über zweitausend Jahren die Länge des Sonnenjahres mit 365 Tagen, 5 Stunden, 55 Minuten und 12 Sekunden errechnete, so brauchte er inzwischen nur um $6\frac{1}{2}$ Minuten korrigiert zu werden. Die Entfernung des Mondes von der Erde bestimmte er mit 33,66 (statt mit 30,2) Erddurchmessern. Die Berechnungen sind heute naturgemäß sehr viel exakter. Wir wissen, daß die Erde nicht genau die Form einer Kugel, sondern die eines sogenannten Geoids mit abgeflachten Polen hat, bei dem alle Massenteile des rotierenden Erdkörpers miteinander im Gleichgewicht sind. Die Unterschiede in den Durchmessern sind dabei gering: der Äquatorradius beträgt 6 378,39 km, der Polradius 6 356,91 km. Dementsprechend differiert der Erdumfang über die Pole mit 40 009,15 km gegenüber dem Äquatorumfang mit 40 076,59 km. Auch die Entfernung der Erde von der Sonne konnte inzwischen auf 149,509 Millionen km, ihre Umlaufgeschwindigkeit mit 30 km/sec in einer elliptischen Bahn um die in dem einen Brennpunkt stehende Sonne errechnet werden.



Durch die Schrägstellung
der Erdatmosphäre
entstehen die Jahreszeiten

Die zwölf Tierkreiszeichen

Schon im Altertum wurde die Ekliptik, die an der Fixsternsphäre verlaufende scheinbare Kreisbahn der Sonne im Laufe eines Jahres, vom Frühlingspunkt (21. 3.) aus in zwölf gleiche Teile von je 30 Grad eingeteilt:

Widder (21. 3.–20. 4.)

Stier (21. 4.–21. 5.)

Zwillinge (22. 5.–21. 6.)

Krebs (22. 6.–22. 7.)

Löwe (23. 7.–22. 8.)

Jungfrau (23. 8.–22. 9.)

Waage (23. 9.–23. 10.)

Skorpion (24. 10.–22. 11.)

Schütze (23. 11.–21. 12.)

Steinbock (22. 12.–20. 1.)

Wassermann (21. 1.–20. 2.)

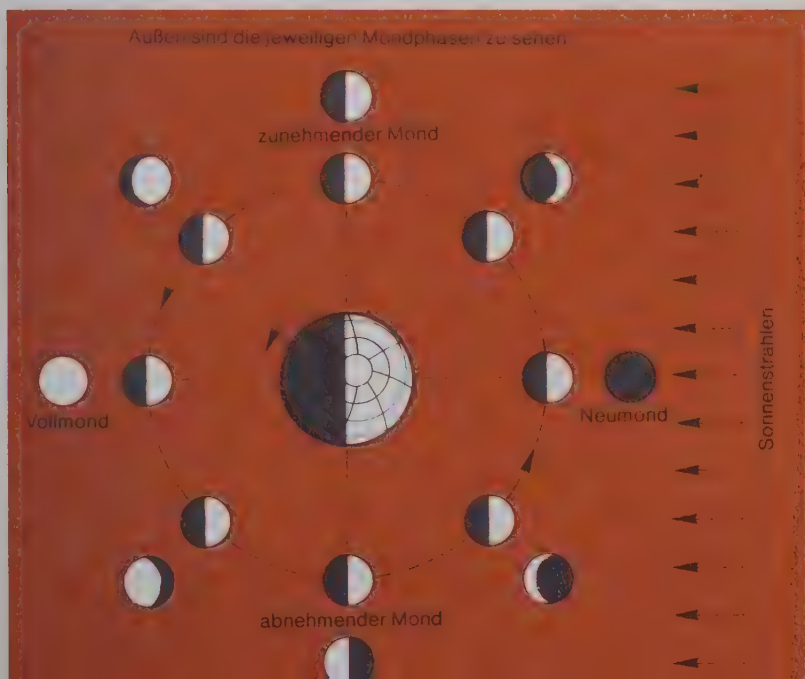
Fische (21. 2.–20. 3.)



Der Mond

„Monde“ werden alle Himmelskörper genannt, die Planeten begleiten und sie dabei in den von Kepler errechneten Ellipsen umkreisen. Sie sind für fast alle Planeten charakteristisch, nur Merkur, Venus und Pluto scheinen keine Monde zu besitzen; die Erde hat einen Mond, der Mars zwei, der Jupiter zwölf, der Saturn zehn, der Uranus fünf und der Neptun zwei. Von diesen insgesamt 32 Monden sind elf rückläufig. Unter den Monden unseres Planetensystems gibt es wahre Riesen; so sind Jupiter III und IV sowie einer der Neptun-Monde von der gleichen Größe wie Merkur; dagegen haben die kleinsten Monde einen Durchmesser von nicht mehr als 10–20 km. Der einzige Mond, den die Erde besitzt, war trotz seiner Nähe von 384 365 km durch die Jahrtausende für den Menschen voller Geheimnisse. In jüngster Zeit haben wir zu dem Erdtrabanten eine völlig ge-

Zunehmender und abnehmender Mond:
Der innere Kreis zeigt die jeweiligen Mondphasen, wie sie ein Beobachter sehen würde, der weit von der Mondbahn und von der Erde entfernt ist. Der äußere Kreis gibt den zu- und abnehmenden Mond so wieder, wie er uns Erdbewohnern auf seiner Bahn erscheint



Unser Sonnensystem

Milchstraßenzentrum



Milchstraße nennen wir den breiten hellen Lichtgürtel, den wir in klaren Nächten am Firmament sehen. Er entsteht durch den Glanz unvorstellbar vieler weit entfernter Sterne. Unser Planetensystem ist nur ein winziger Teil des Weltalls und unsere Sonne nur ein kleiner Stern unter mehr als 100 Milliarden Sonnen, die zum spiralförmigen System der Milchstraße gehören, das auch galaktisches System oder Galaxis genannt wird



Unsere Sternkarte zeigt die wichtigsten Sternbilder des Sternhimmels der nördlichen Erdhalbkugel. Es ist nicht ganz einfach, mit Hilfe einer solchen Sternkarte den ersten Ausflug am nächtlichen Sternenhimmel zu machen. Schließlich ist der Himmel, im Gegensatz zu unserer Karte, gewölbt. Außerdem sieht man zur gleichen Nachtzeit in jedem Monat ein anderes Sternbild an der gleichen Stelle, da sich unsere Erde um die Sonne bewegt. Darum seien nachfolgend ein paar Fingerzeige gegeben, wie man am besten vorgeht: Man suche zuerst einmal auf der Karte das Sternbild des Großen Wagens oder Großen Bären, wie es auch genannt wird. Wenn man die beiden hinteren „Wagenräder“ in Gedanken mit einer Linie verbindet und diese Linie um den fünffachen „Radabstand“ verlängert, stößt man auf den Polarstern. Er steht genau im Norden. Auf der Karte sieht der Große Wagen recht klein aus. Am Himmel stehen die einzelnen Sterne dieses Sternbildes aber recht weit auseinander. Anfang Dezember um 20 Uhr, im November um 22 Uhr, im Oktober um 24 Uhr, im September um 2 Uhr und im August um 4 Uhr in der Nacht ist der Große Wagen am Nordhimmel in der gleichen Stellung wie auf unserer Karte zu sehen. Von diesem Sternbild aus kann man dann nach anderen Sternbildern suchen

änderte Einstellung gewonnen, denn der große Menschheits Traum hat sich erfüllt: Im Zeitalter der Erkundung des Weltalls durch Raumschiffe haben schon mehrmals Menschen die Mondoberfläche betreten und dabei eine Fülle von Beobachtungen und Messungen durchgeführt, die viele wissenschaftliche Theorien bestätigt oder ad absurdum geführt haben. Die Untersuchungen des Mondgesteins, das von den Astronauten auf die Erde mitgebracht wurde, haben zum Beispiel Zweifel an der bisherigen Auffassung geweckt, daß unser Mond gemeinsam mit der Erde entstanden sei oder daß er sich von dieser in einer frühen Phase der Erdgeschichte abgespalten habe, womit man das riesige Becken des Nordpazifischen Ozeans in Verbindung brachte.

Mond- und Sonnenfinsternisse

Eine *Mondfinsternis* tritt ein, wenn der Vollmond den durch die Sonne hervorgerufenen Erdschatten durchläuft.



Eine *Sonnenfinsternis* tritt ein, wenn (von unserem irdischen Standpunkt aus gesehen) der Mond vor die Sonne tritt.



Folgende Mondfinsternisse wurden bis zum Jahr 2000 vorausberechnet:

1975 (18.11.)
 1978 (24.3., 16.9.)
 1979 (6.9.)
 1982 (9.1., 6. 7., 30.12.)
 1985 (4.5., 28.10.)
 1986 (24.4., 17.10.)
 1989 (20.2., 17.8.)
 1990 (9.2.)
 1992 (9.12.)
 1993 (4.6., 29.11.)
 1996 (4.4., 27.9.)
 1997 (16.9.)
 2000 (21.1., 16.7.)

Dabei reicht die Spitze des Kernschattenkegels des Mondes gerade auf die Erdoberfläche und erzeugt dort einen Schattenfleck von höchstens 270 km Durchmesser.

Eine Sonnenfinsternis (Mond zwischen Sonne und Erde) kann nur bei Neumond eintreten.

Folgende künftige Sonnenfinsternisse wurden bis zum Jahr 2000 vorausberechnet:

29. April 1976 (ringförmig)
 22. Juli 1990 (total)
 11. August 1999 (total)

Prozessionskreis
bis 1.500.000 km Höhe

Sonne
Durchmesser: 1.390.000 km
Dichte: 1,41
Rotation: 27^d
Temperatur: 5700°C
Entfernung von der Erde: 8 Lichtminuten
1 Lichtjahr etwa 9,5 Billionen km



Planeten:	Merkur	Venus	Erde	Mars	Jupiter	Saturn	Uranus	Neptun	Pluto
Zeichen:	☿	♀	♁	♂	♃	♄	♅	♆	♇
Durchmesser (km):	5 100	12 610	12 757	6 800	143 640	120 570	53 390	49 670	5 860
Mittlere Entfernung von der Sonne (in 1000 km):	57 870	108 140	149 500	227 800	777 840	1 426 100	2 867 830	4 493 650	5 899 040
Umlaufzeit:	88 ^d	224 ^d	365 ^d	688 ^d	11 Jahre	29 Jahre	84 Jahre	164 Jahre	247 Jahre
Monde:	—	—	1	2	12	9	5	2	—
Neigung der Bahn zur Erdbahn:	7°	3,39°	0°	1,85°	1,13°	2,49°	0,77°	1,77°	17,14°
Dichte:	5,30	5,20	5,52	3,85	1,31	0,68	1,09	1,81	4,0 ?
Rotation:	88 ^d	?	23 ^h 56 ^m	24 ^h 37 ^m	9 ^h 50 ^m	10 ^h 14 ^m	10 ^h 49 ^m	15 ^h 40 ^m	6 ^h 09 ^m
Sichtbarkeit:	mit freiem Auge sichtbar					nur mit Fernrohr sichtbar			

Sonne und Planeten im gleichen Maßstab
1 : 5000 Millionen — 1 mm = 5000 km

Die Sonne und ihre Planeten

Bei dem Versuch, sich das Phänomen der Sonne, des Zentralkörpers unseres Sonnensystems, vorzustellen, muß unsere menschliche Phantasie versagen. Dieses System, das etwa der Erde vorzuschreibt, ebenso im Bannkreis der Sonne zu bleiben wie alle anderen acht Planeten auch, ist nicht einfach mit der Anziehungskraft der sehr viel größeren Sonne zu erklären. Wenn sich die neun Planeten unseres Sonnensystems seit Milliarden und aber Milliarden Jahren in ganz bestimmten Bahnen um die Sonne bewegen, so liegt das im Grunde genommen außerhalb unseres Fassungsvermögens, auch wenn die Wissenschaftler die exaktesten Berechnungen über Umlaufbahnen, Sonnen- und Erdeliptik, über untere und obere Konjunktionen und Oppositionen anstellten, auch wenn sie uns sagen, daß die Sonne an Masse alle anderen Körper des Sonnensystems um das 735fache übertrifft, daß sie einen Radius von 696350 km, ein Volumen von 1,41 Trillionen km³ hat und 1993 Quadrilliarden Tonnen wiegt, womit sie 331940 mal so schwer ist wie die Erde. Alles dieses haben unsere Astronomen und Mathematiker errechnet. Sie haben auch glaubhaft gemacht, daß sich die Sonne und damit unser ganzes Sonnensystem mit einer Geschwindigkeit von 30 km in der Sekunde auf das Sternbild des Herkules zu bewegt und an der Rotation des

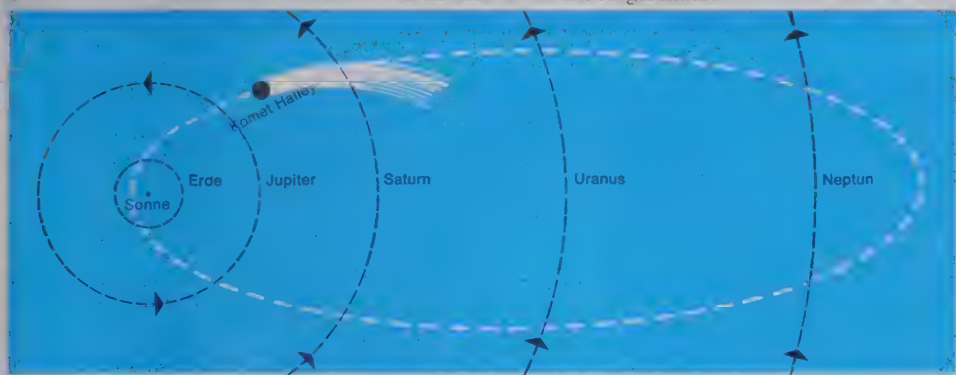
Milchstraßensystems mit einer Geschwindigkeit von 200 km in der Sekunde teilnimmt, und zwar in Richtung auf das Sternbild des Schwans. Indem sie Kernumwandlung als Energiequelle und die heutige Elementenverteilung in der Sonne zugrunde legten, haben sie das Alter unseres Lebenspenders auf $3 \cdot 10^9$, also 3 Billionen Jahre, geschätzt. Sie haben uns sogar hinsichtlich der Strahlungsfähigkeit der Sonne, also unseres Lebensgaranten, dahingehend beruhigen können, daß der Prozeß der Energieerzeugung durch Kernumwandlung in der gegenwärtigen Intensität noch für 10 Billionen Jahre gesichert ist. Die Sonne hat zur Zeit an ihrer Oberfläche eine Temperatur von etwa 6000 °C, im Innern aber von 20 Millionen Grad C. Die Strahlungsleistung der Sonnenoberfläche wird je Sekunde auf 10 Trilliarden (eine Zahl mit 22 Nullen!) Kilowatt berechnet, wodurch die Sonne einen Massenschwund von 4 Milliarden t in der Sekunde erfährt – ein Verlust, den der mit menschlichen Maßstäben nicht vorstellbare Sonnenkörper gleichsam nicht wahrnimmt. Die Wissenschaftler haben auch herausgefunden, daß die Energieausstrahlung der Sonne nicht nur die Strahlen des Lichtspektrums, sondern auch die für Menschen gefährliche kosmische Strahlung und noch nicht völlig erforschte elektrische Wellen von einigen Millimetern bis Metern umfaßt. Die aus dem Sonneninnern stammende Energie wird von der sogenannten Photosphäre ins Weltall ausgestrahlt. Über dieser liegt die Chromosphäre, eine mit der Erdatmosphäre vergleichbare Schicht, die bei totalen Sonnenfinsternissen für kurze Zeit als rötlich aufleuchtender Lichtring sichtbar wird. Die Sonnenkorona schließlich ist die über der Chromosphäre gelagerte Schicht, die bei Sonnenfinsternissen als silberheller Strahlenkranz zu sehen ist. Über diese Schichten hinaus erheben sich die bei Sonnenfinsternissen oder in dem für die Sonnenforschung konstruierten Koronographen sichtbar werdenden Protuberanzen, aus der Chromosphäre explosionsartig herausgeschleuderte Gasmassen, die Höhen bis zu 1 Million km erreichen können und ungeheure Eruptionen darstellen. Die Protuberanzen, noch mehr aber die als gewaltige Wirbel der Sonnenmaterie erkannten Sonnenflecken beeinflussen das menschliche Dasein auf der Erde in mannigfaltiger Weise. So weiß man heute, daß die alle elf Jahre sich häufenden Sonnenflecken das magnetische Feld der Erde stark beeinflussen und in der Regel besonders schlechte Ernten zur Folge haben.

Die schon erwähnten neun Planeten, die auf sehr unterschiedlichen Bahnen und Zeiträumen die Sonne umkreisen, bilden zusammen mit dieser unser Sonnensystem. Der Sonne am nächsten verfolgt der kleine atmosphärelose *Merkur* seine Bahn. Nach ihm kommt die *Venus*, die von einer für unsere irdischen Begriffe lebensfeindlichen Kohlendioxidhülle umgeben ist. Auf der dritten Bahn umläuft die *Erde* das Sonnengestirn. Danach folgt in der wiedergegebenen Reihenfolge der *Mars* mit seinen zwei Monden und einer von den Forschern vermuteten Atmosphäre, die allerdings viel weniger Sauerstoff enthält als die unserer Erde. Diese vier Planeten nennt man die erdähnlichen; die anderen fünf werden die großen Planeten genannt, und zwar im Vergleich mit der Erde. Der *Jupiter* auf der fünften Planetenbahn zum Beispiel hat mit 71 400 km einen mehr als elfmal so großen Äquatorradius wie die Erde; damit ist er übrigens der größte Planet unseres Sonnensystems überhaupt, der mit zwölf Monden auch die größte Zahl von Trabanten aufzuweisen hat. Es folgen nach ihm noch der *Saturn* mit zehn Monden und dem doppelten Ring, ferner der *Uranus* mit fünf Monden, der *Neptun* mit zwei Monden und auf der neunten und letzten Bahn schließlich *Pluto*. Die Umlaufzeit ist recht unterschiedlich; der Merkur umkreist die Sonne in zwei Monaten, während Pluto dafür 248 Jahre benötigt. Er wurde erst 1930 entdeckt, da er nur ein Stern 15. Größe ist. Seine mittlere Umlaufgeschwindigkeit beträgt nur 1/10 von der des Merkurs – nämlich 47 km in der Sekunde. Die vier erdähnlichen Planeten unterscheiden sich von den großen Trabanten auch in der chemischen Zusammensetzung und im Aufbau ihrer Atmosphäre, die bei den großen Planeten durch das Vorhandensein von Methan gekennzeichnet ist und bei der möglicherweise eine scharfe Trennung von der Atmosphäre und fester Oberfläche fehlt.

Zum Planetensystem gehören auch die Planetoiden, die Gruppe der kleinen Himmelskörper, die sich fast ausschließlich zwischen Mars und Jupiter um die Sonne bewegen. Wir kennen sie nur zu einem geringen Teil, da sie überwiegend sehr klein und lichtschwach sind; sie dürften aber die Zahl von 50 000 wesentlich überschreiten, wenn man auch nur von 1 600 die Bahnen kennt. Die größten –

Ceres, Pallas, Juno und Vesta – haben Durchmesser von 40 bis 80 km und sind als unregelmäßig geformte Felsbrocken anzusehen, die sich in Rotation befinden.

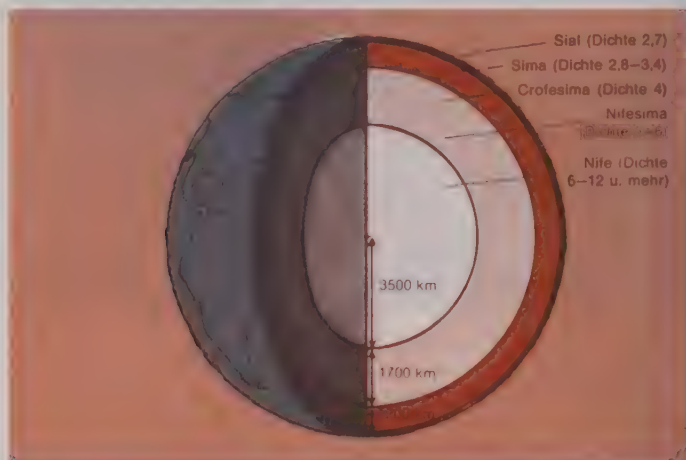
Schließlich sind auch die Kometen unserem Sonnensystem zuzurechnen, die durch sehr exzentrische Ellipsen verschiedenster Neigung gegen die Ekliptik um die Sonne gekennzeichnet sind. Sie sind die Vagabunden in unserem Sonnensystem und im allgemeinen in ihren Bahnen nicht zu berechnen. Die Zahl der zirkumsolaren, das heißt: im Bannkreis der Anziehungskraft unserer Sonne umherwandernden Kometen wird auf zehn Milliarden geschätzt.



In rund 76 Jahren umkreist der periodische Komet Halley unsere Sonne

Wichtiges über die Geschichte der Erde

Die Wissenschaft der Geologie hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Entstehung und den inneren Aufbau unseres Gestirns zu erforschen. Die Geologen befinden sich dabei in der fast grotesken Situation, daß sie die Erde sozusagen nur tastend erforschen können: der Stern, auf dem der homo sapiens – oder doch wenigstens seine Vorfahren, die Hominiden – seit schätzungsweise 250 000 Jahren lebt, verwehrt ihm trotz aller technischen Hilfsmittel, die uns heute zur Verfügung stehen, noch immer den Blick in sein Inneres. Wir sind dazu verurteilt, mit unseren Forschungen auf der Erdoberfläche zu bleiben; die tiefsten Bohrungen konnten nur 7–8 000 m tief vorgetrieben werden; das ist der 1 000. Teil des Erdhalbmessers – nicht viel mehr als ein winziger Nadelstich in die Haut der Erde. In einem Jahrhundert, in dem es dem Menschen erstmals gelungen ist, seinen Stern zu verlassen und sich mit Raketenkraft in den Kosmos zu begeben, ja sogar bereits den 384 365 km entfernten Mond zu betreten, wissen wir kaum etwas von der Struktur unserer Erde. Wir sind hinsichtlich der Zusammensetzung des Erdinnern mehr oder weniger auf Kombinationen angewiesen, die sich aus den schon erwähnten Bohrungen und aus Messungen von Erdbebenwellen ergaben. So ist es erwiesen, daß die Temperatur zunimmt, je tiefer man in die Erde eindringt, und zwar um durchschnittlich 1 Celsius bei 33 m. Man kann aber nur vermuten, daß demnach in 40–50 km Tiefe die Temperatur bereits 1 000–1 200 Celsius und damit den Schmelzgrad der meisten Gesteine erreicht. Daraus und aus der unterschiedlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Erdbebenwellen schließen die Geologen auf einen schalenförmigen Aufbau des Erdkörpers. Auf eine dünne, äußerstenfalls 120 km dicke äußere Schale, das Sial (das Wort ist aus „Silizium“ und „Aluminium“ gebildet) mit einer Dichte von 2,7 folgt die 1 200 km tief reichende sogenannte Sima-Schale (das Wort ist aus „Silizium“ und „Magnesium“ gebildet) mit einer Dichte von 2,8–3,4, die sich schon im zäh- bis dünnflüssigen Aggregatzustand befindet. Die sich nach dem Erdinnern zu anschließende 1 700 km dicke Zwischenschicht ist das Crofissima (aus Chrom, Ferrum „Eisen“ und Sima) und das Nifesima (aus Nickel, Ferrum und Sima) mit einer Dichte von 4–6. Der Erdkern mit einem Durchmesser von 7 000 km schließlich ist nach dieser Theorie vom Schalenbau der Erde das Nife (Nickel und Ferrum) mit einer Dichte von 6–12 und mehr und einer Temperatur, die nach Schätzungen 5 000–20 000 °Celsius beträgt. Der Schalentheorie stehen etliche andere Theorien gegenüber, unter anderem die, daß die Erde einen Wasserstoffkern besitzt.



Schematischer Aufbau der Erdkruste der westlichen Hemisphäre (stark erhöht)

Aufbau des Erdinneren. Nur wenige Kilometer der äußeren Schicht sind erforscht

Die elementare Zusammensetzung der Erdrinde (in den oberen 16 km)

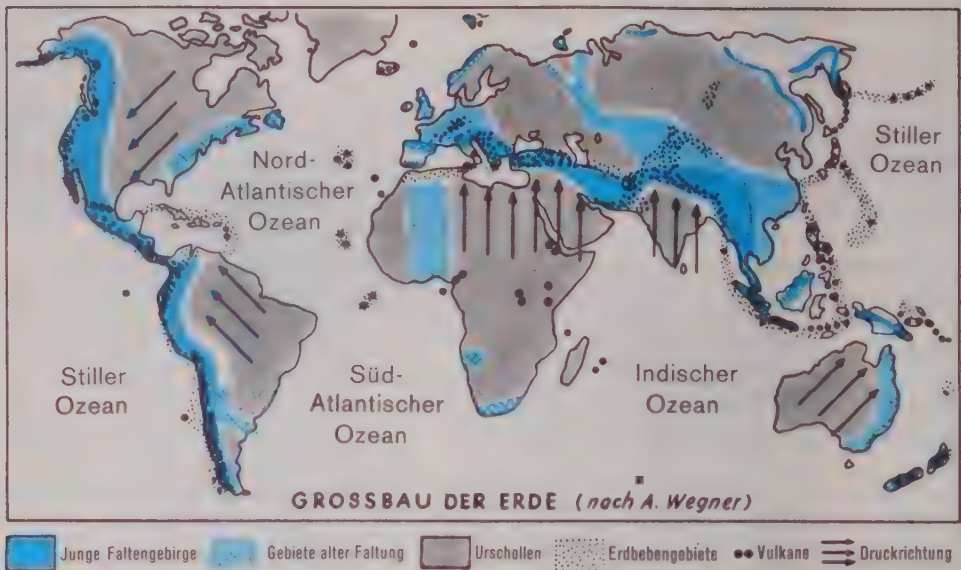
	o		o		o		o
	o		o		o		o
Sauerstoff	49.42	Kalium	2.40	Kohlenstoff	0.087	Fluor	0.027
Silizium	25.75	Magnesium	1.94	Mangan	0.080	Zirkon	0.023
Aluminium	7.51	Wasserstoff	0.88	Schwefel	0.048	Nickel	0.018
Eisen	4.70	Titan	0.58	Barium	0.047	Strontium	0.018
Kalzium	3.39	Chlor	0.188	Chrom	0.033	Vanadium	0.016
Natrium	2.64	Phosphor	0.120	Stickstoff	0.030	Sonstige	0.056

Auch über das Alter der Erde gibt es sehr unterschiedliche Auffassungen. Die Schätzungen schwanken zwischen zwei und fünf Milliarden Jahren, wobei mit Hilfe der Forschungen auf dem Gebiete der Radioaktivität heute ein Erdalter von 3 bis 3,5 Milliarden Jahren angenommen wird. Wie man vermutet, entwickelte sich unser Planet aus einer glühenden Gaswolke, die allmählich glutflüssig wurde und an der Oberfläche zu erstarren begann. Die mit der Abkühlung verbundenen gewaltigen tektonischen Vorgänge, die allmählich die heutige Erdoberfläche bildeten, die Land und Wasser schieden, Erdteile und Ozeane schufen, Gebirge emporwölbten und sie wieder abtrugen, haben viele hundert Millionen Jahre gedauert und setzen sich – abgesehen von gelegentlichen Vulkanausbrüchen, Erdbeben und Überschwemmungskatastrophen – für uns Menschen unmerklich bis in die Gegenwart fort. Das sich allmählich bildende Wasser und die daraus entstehende Atmosphäre mit Niederschlägen und Luftbewegungen trugen die „Unebenheiten“ der Erde ab und schufen durch Erosion (Bodenabtragung durch fließendes Wasser, Gletscher und bewegte Luft) und Sedimentation (Ablagerung von Verwitterungsprodukten der Erdkruste an anderer Stelle) das abwechslungsreiche Bild des Erdreliefs. Diese umformenden Kräfte haben sich

jedoch nur auf einer im Grunde genommen hauchdünnen Erdkruste abgespielt; im äußersten Falle beträgt die Höhendifferenz 20 km, wovon 8,8 km auf den höchsten Berg und 11 km auf den tiefsten Tiefseepunkt entfallen.

Die sich durch 3–3,5 Milliarden Jahre erstreckenden Entwicklungsstadien der Erde werden auf der folgenden erdgeschichtlichen Zeittafel wiedergegeben.

Erdzeitalter	Formationen und Abteilungen		Beginn	Dauer	Erdgeschichtliche Vorgänge
			(i. Mill. J.)		
Sternzeit	—		3 000–3 500	1 000	Erde im Zustand eines glutflüssigen Planeten
Archaikum	Azoikum			1 450	Bildung der Urkontinente u. Urmeere Erste Gebirgsbildungen
	Eozoikum	Alt-Algonkium			
	Algonkium	Jung-Algonkium			
Paläozoikum (Erdaltertum)	Kambrium	Oberes	Kambrium	500	Vorherrschaft des Meeres; Vereisung der südlichen Halbkugel; erste fossilführende Sedimente
		Mittleres			
		Unteres			
	Silur	Ordovicium	460	50	Beginn der Kaledonischen Gebirgsbildung; erste Landpflanzen
		Gotlandium	425	50	
	Devon	Oberes	Devon	360	Ende der Kaledonischen u. Beginn der Variszischen Gebirgsbildung; weite Meeresüberflutungen
		Mittleres			
		Unteres			
Mesozoikum (Erdmittelalter)	Trias	Buntsandstein	200	40	Wüstenhafte Festländer, Flachmeere, reiche Entwicklung der Reptilien, erste säugetierähnliche Formen, Vorläufer der Blütenpflanzen
		Muschelkalk			
		Keuper			
	Jura	Lias (Schwarzer Jura)	160	50	Weite Meeresüberflutungen (Tethys); Saxonische Gebirgsbildung; Zeit der Riesensaurier
		Dogger (Brauner Jura)			
		Malm (Weißer Jura)			
	Kreide	Obere	Kreide	110	Meeresüberflutungen; Ablagerungen im Kreidemeer; Abklingen der Saxonischen Gebirgsbildung; starker Vulkanismus; Reptilien, Säuger, Vögel
		Untere			
Neo- oder Känozoikum (Erdneuzeit)	Tertiär	Paleozän	60	59	Entstehung der großen Faltengebirge (alpidische Gebirgsbildungen) auf der ganzen Erde; Einbruch des Mittelmeeres; starker Vulkanismus; Braunkohlen- und Bernsteinbildung; erste Menschenaffen. Entwicklung der Huftiere, Insekten im Bernstein
		Eozän			
		Oligozän			
		Miozän			
		Pliozän			
	Quartär	Diluvium (Pleistozän)		0.65	Starke Vereisung der nördlichen Halbkugel (Eiszeiten); Hebung der deutschen Mittelgebirge; erstes Auftreten des Menschen
		Alluvium (Holozän)		0.02 bis Gegenw.	Herausbildung der heutigen Landschaftsformen



Die Gesteinsarten

1. Eruptivgesteine (Erstarrungsgesteine, Magmatite)

Durch Erstarrung aus schmelzflüssigem Magma entstanden, daher ungeschichtet und ohne Fossilien. Bei langsamer Abkühlung vollkristallin und gleichmäßig körnig (z. B. Granit), sonst von dichter Grundmasse mit eingesprengten Einzelkristallen (porphyrische Struktur)

Tiefengesteine (Plutonite): Granit, Diorit, Gabbro, Syenit

Ganggesteine: Aplite, Granitporphyr, Pegmatite

Ergußgesteine (Vulkanite): Basalt, Diabas, Anfesit, Liparit, Melaphyr, Trachyt

2. Sedimentgesteine (Sedimentite, Ablagerungs- und Schichtgesteine)

Durch Ablagerung von zerriebenem Gesteinsmaterial im Wasser, durch Wind oder Gletscher (marine, äolische und glaziale Sedimente) entstanden

Chemische Sedimente mit den Ausscheidungssedimenten (Steinsalz, Gips, Anhydrit) und den Organogenen Sedimenten (Kalke, Dolomite, Stein- und Braunkohle, Erdöl, Guano)

Mechanische Sedimente (Trümmersedimente): vulkanische Tuffe, Tongesteine, Dünen- und andere Sande

3. Metamorphe Gesteine

Durch Umwandlung (Druck, Umkristallisation, Stoffaustausch) von Eruptiv- und Sedimentgesteinen entstanden; geschichtet und vollkristallin

Kontaktgesteine: Kontaktschiefer, Hornfels

Kristalline Schiefer: Gneis, Quarzit, Phyllit, Glimmerschiefer

Die Eiszeiten

Unter den Eiszeiten verstehen wir jene Abschnitte der Erdgeschichte, in denen infolge Klima- veränderung weite Gebiete der Erde, die sonst eisfrei sind, vergletschert wurden. Sie traten vorwiegend in der Diluvialzeit (Pleistozän) auf. Die gemäßigten Zonen, namentlich in Europa, Asien und Nordamerika, erstarrten in den Glazialzeiten unter Gletschern, deren Eis oft mehrere tau-



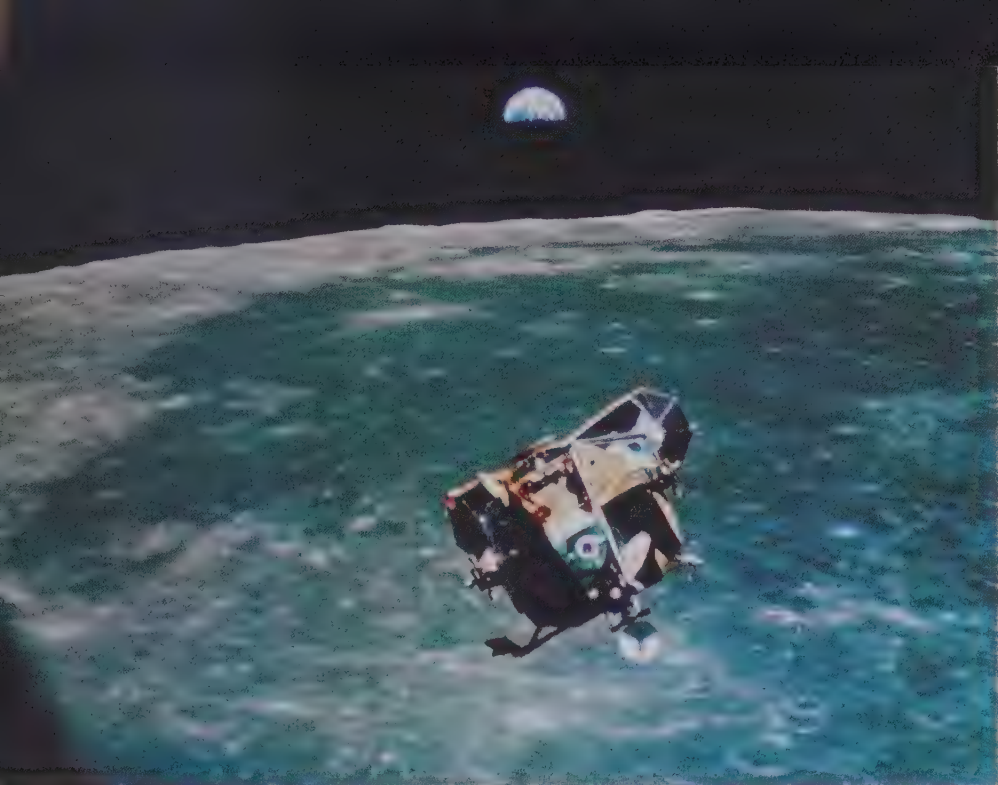
Diese Karte von Nord- und Südamerika schuf der zu seinen Lebzeiten sehr bekannte Graveur und Kartenstecher Johann Baptist Homann (1663–1724), der 1702 in Nürnberg einen Landkartenverlag gründete. Sein größtes Werk war der „Große Atlas über die ganze Welt“, der 126 Karten enthielt. Die Karten zeichneten sich bereits durch bemerkenswerte Exaktheit aus



Oben: So sehen die Astronauten die Erde. Auf diesem von einem Raumschiff aus aufgenommenen Foto sind der größte Teil Nordafrikas, die arabische Halbinsel und Teile Vorder- und Mittelasiens sowie das Mittelmeer, das Rote Meer und der Arabische Golf verblüffend klar zu erkennen.

Rechte Seite oben: Das Mondlandefahrzeug von Apollo 11 mit Neil Armstrong und Edwin Aldrin vor der Kopplung mit der Kommandokapsel in der Mondumlaufbahn. Im Hintergrund über dem Mondhorizont die zur Hälfte beleuchtete Erde.

Rechte Seite unten: Amerikanisch-sowjetisches Gemeinschaftsunternehmen Apollo-Sojus im Juli 1975. Die Aufnahme entstand aus freier Hand durch das Begegnungsfenster des amerikanischen Apollo-Raumschiffs. Sie zeigt das Sojus-Raumschiff im Kontrast vor tief schwarzem Himmelshintergrund und dem Erdhorizont unten.





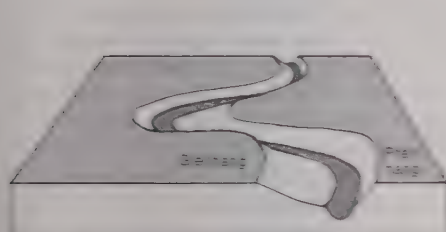
Das Matterhorn in der Walliser Alpen near Zermatt am grossen Eis mit 4478 m die vierthöchste Erhebung in den Alpen und gilt mit seiner steilen, pyramidenförmigen Form als der schönste Berg Europas

Größte Ausdehnung der
Eisbedeckung Europas
während des Diluviums

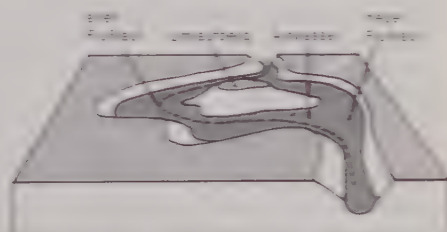


send Meter dick war. In Europa reichte das Inlandeis von Skandinavien bis ins deutsche Mittelgebirge, die britischen Inseln und die Alpen trugen mächtige Eiskappen, und in den Vogesen, im Schwarzwald, im Harz, im Böhmerwald und im Riesengebirge entwickelten sich eigene Gletscher. Die Gliederung der Eiszeiten, zwischen denen Warmzeiten (Interglaziale) lagen, ist je nach den betroffenen Gebieten verschieden. In Norddeutschland können nur drei Eiszeiten sicher nachgewiesen werden: Elster-, Saale- und Weichsel-Eiszeit. Für das Alpengebiet gilt folgende Gliederung:

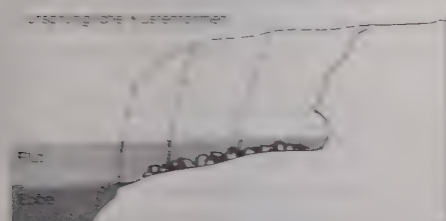
Günz-Eiszeit	59.000–54.000	Ruß-Eiszeit	29.000–18.000
Günz-Mindel-Zwischeneiszeit	54.000–48.000	Ruß-Wärm-Zwischeneiszeit	18.000–12.000
Mindel-Eiszeit	48.000–42.000	Wärm-Eiszeit	12.000–10.000
Mindel-Ruß-Zwischeneiszeit	42.000–18.000	Nachweis bis zur Gegenwart	seit 10.000



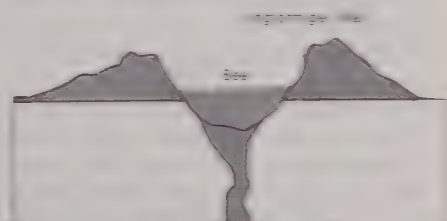
Profil- und Gefälle eines Flusses



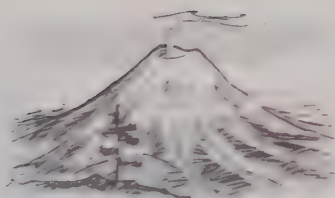
Umschlingung und Flußweitenänderung



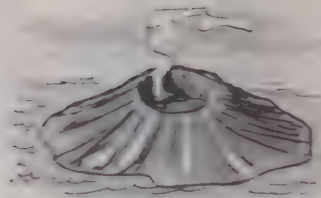
Die Formen eines Küsts



Schematisches Profil eines Monte



Eggenstein-Tip, Harzgebirge



Hawarden-Tip, Schichtberg

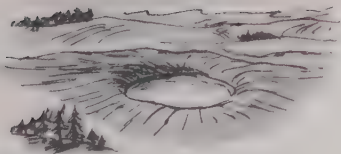
Vulkanismus und Erdbeben

Die Theorie von den Krateneinsenkungen der Erde hat zu der Annahme geführt, daß mit steigender Wärme in der Tiefe unseres Planeten plastische, zähflüssige und schließlich dünnflüssige Aggregatzustände eintreten sind, die in großer Tiefe das Magma bilden. Wie die überlagers die gasdurchdrännte glühende Lavastromschmelze im Erdinnern nennen, die bei Vulkanausbrüchen als Lavastrome oder Lavafontänen in Erscheinung treten.

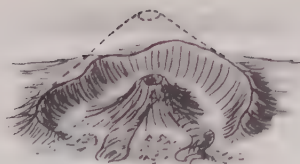
Der Vulkanismus ist eine der faszinierendsten und zugleich erschreckendsten Naturscheinungen auf der Erdoberfläche. Zwar ist die alte Erhebungs- und Elevationsstheorie von L. von Buch und Alexander von Humboldt lange als überholt anzusehen, nach der Vulkanismus und Gebirgsbildungen mit einer Art von hebenförmigem Hochziehen von vorher horizontal liegenden Gesteinschichten durch Kräfte des Erdinnern erklärt wurden, aber die vulkanischen Kräfte sucht man nach wie vor im Magma-Ansammlungen unter der äußersten Erdkruste, in sogenannten Magma-Neuten, die man im III- bis IV. Jahr Tiefe vermutet. Über deren Bildung gibt es auch heute noch unterschiedliche Meinungen, die allerdings mehr oder weniger darauf hinauslaufen, daß sich durch die Kontraktion der Erdoberfläche beim allmählichen Erkalten Spannungen in der starren Erdkruste entwickeln, die sich an einzelnen Stellen in Hitze umsetzen, beträchtliche Massen von Gestein zum Schmelzen bringen und - verbunden mit der Bildung von explosiven Gasen - vulkanische Vorgänge hervorrufen. Der Austritt der explodierenden Gase und des nachfolgenden Magmas erfolgt im allgemeinen durch einen sogenannten Schlot oder Eruptionskanal oder durch eine tiefe Erdspalte, nach der die Geologen solche Magmaausbrüche als Spalten- oder Lähverruption bezeichnen. Bei Schlotexplosionen haben am oberen Ende des Schlots die ausgeworfenen Gesteine, Aschen und Schlacken ringförmige Trichter- oder Kesselmündungen, die als Krater bezeichnet werden. Bei Vulkanausbrüchen entstehen um diese Krater herum allmählich, oft auch schon nach einmaligen heftigen Eruptionen, durch Schlacke, Asche und sogenannte Lapilli, wie die kleinen, meist abgerundeten Auswurfsteine von Vulkanen genannt werden, aufgeworfene Wälle, die meistens nach innen stellen, nach außen abgeflachte Böschungen aufweisen. Im Querschnitt erscheinen solche durch Magmaustritte gebildete Berge als Kegel, die je nach dem überwiegenden „Baumaterial“ als Asche-, Schlacken- und Tuffkegel bezeichnet werden.

Diese Kräfte arbeiten auch heute noch unaufhörlich an der Umgestaltung der Erdoberfläche mit. Sie treten vor allem an den Bruchstufen und Verwerfungszonen auf, wo das Magma am leichtesten an die Oberfläche gelangt. Daraus ergibt sich, daß die Vulkane namentlich an den großen tertiaryen Faltengebirgszonen von Europa und Asien sowie an den Rändern des Pazifiks auftreten, wo sie durch Ausbrüche und diese begleitende Erdbeben ständige, oft katastrophale Störungen hervorrufen.

Auf der Erde gibt es heute noch etwa 500 tätige Vulkane, die häufig große Verheerungen anrichten und gelegentlich auch zahlreiche Menschenopfer fordern. Daß unsere Erdoberfläche einst noch viel unruhiger war, geht daraus hervor, daß man die Zahl der heute noch feststellbaren, aber erloschenen Vulkane auf gut 10000 schätzt. Sie sind in ihrer Form als Vulkankegel oder aber als Maare, trichterförmige, in der Regel von Wasser ausgefüllte Eintiefungen in der Erdoberfläche, erkennbar.



Maartyp, Lochvulkan



Vulkanischer Typ, Vesuv (Italien)

Eine besondere Form des Vulkanismus sind die submarinen (untermeerischen) Vulkanausbrüche, die eine andere Form von Naturkatastrophen zur Folge haben. Diese sind darauf zurückzuführen, daß ein Vulkanschlott auf dem Grunde des Meeres endet, also nicht die Meeresoberfläche erreicht. Sie kommen am häufigsten im Pazifik vor, wo sie bei Magmaausbrüchen meistens Springfluten verursachen, die an nahegelegenen Küsten Überflutungen und die Vernichtung ganzer blühender Landstriche zur Folge haben.

Vulkanausbrüche und mit ihnen in Verbindung zu bringende Erdbeben haben zu allen Zeiten die Menschen in Schrecken versetzt, weil wir uns bis auf den heutigen Tag diesen Naturmächten gegenüber völlig ohnmächtig fühlen. Sie haben sogar Geschichte gemacht, indem sie ganze Kulturen und Stadtstaaten vernichteten. Wir brauchen nur an den in seinen Einzelheiten nicht mehr erforschbaren, aber in seinen verheerenden Auswirkungen noch erkennbaren Vulkanausbruch auf der ägäischen Insel Thera (Santorin) im Jahre 1520 v. Chr. zu erinnern, der eine ungeheure Flutwelle, die Deukalionische Flut der alten Ägypter, auslöste. Diese vernichtete die berühmte minoische Kultur auf Kreta und war in ihren verheerenden Auswirkungen bis an die Küsten Griechenlands und Siziliens spürbar. Die ägäischen Inseln wurden auch in jüngster Zeit durch die unruhig gebliebene Erdoberfläche und durch ständige Vulkantätigkeit von schweren Beben heimgesucht. Aschenfall von unvorstellbaren Ausmaßen und glühende Gase mit Hitzegraden wie aus einem ungeheuren Hochofen führten 79 n. Chr. zur Auslöschung der am Fuße des Vesuvs liegenden blühenden Städte Pompeji und Herculaneum. Eine der furchtbarsten Katastrophen in neuerer Zeit war der Ausbruch des Krakatau 1883, der die in der Sundastraße zwischen Sumatra und Java liegende gleichnamige Insel buchstäblich in die Luft sprengte und von 33,5 auf 10,5 qkm verkleinerte. Die durch die Vulkanexplosion ausgelöste Flutwelle überschwemmte die Küsten von Java und Sumatra bis zu 36 m Höhe. Die Zahl der Todesopfer wurde mit 50000 geschätzt. Das Ausmaß der Vulkankatastrophe läßt sich daran abmessen, daß der Krakatau die Insel mit einer 70 m hohen Aschenschicht bedeckte und daß das Aschenabfallgebiet auf 830000 qkm berechnet wurde. Die letzte der Vulkankatastrophen aus der jüngeren Zeit ereignete sich 1902 auf der zu den Kleinen Antillen gehörenden Insel Martinique, wo der Vulkan Mont Pelée die in seiner Nähe liegende Stadt Saint-Pierre völlig vernichtete und von 26000 Einwohnern nur einen einzigen Menschen am Leben ließ. Die Geologen konnten 1943 bei Uruapan in Mexiko, 350 km westlich der Hauptstadt des Landes, erstmalig die Bildung eines Vulkans beobachten. Auf einer 2300 m ü. d. M. gelegenen Hochebene entdeckte ein Bauer beim Ackern auf seinem Felde aus einer rasch aufreißenden Erdspalte hervorquellende Rauchwolken. Drei Tage später hatte sich bereits ein kleiner Hügel gebildet, aus dem Lavaströme herausbrachen, die das nahegelegene Dorf Paricutin zerstörten. Am vierten Tage war der Vulkan 40 m hoch, am achten Tage 100 m, und nach einem Monat hatte er sich 200 m über die Landschaft erhoben. Weitere Lavaströme vernichteten den Marktflecken San Juan und bedeckten weithin das Land. Heute ist der Schlackenkegel, der eine sehr ebene Form besitzt, etwa 350 m hoch; die Geologen erklären ihn seit 1952 als erloschen. Bei seiner Entstehung war er die große Sensation, die zahlreiche Geologen nach Mexiko eilen ließ, wo sie das Werden eines Vulkans gleichsam wie in einem Zeitrafferfilm miterleben konnten.

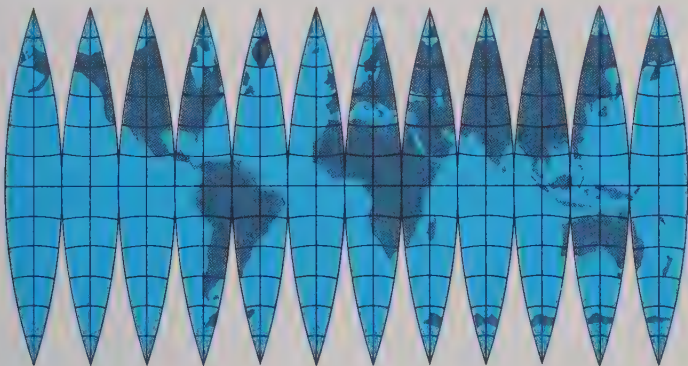
Die bekanntesten tätigen Vulkane

	Land	Höhe	Letzter großer Ausbruch
Mittelmeer			
Ätna	Sizilien	3263	1960
Vesuv	Golf von Neapel	1277	1944
Stromboli	Liparische Inseln	926	1934
Santorin	Kykladen	584	1956
Island			
Hekla		1557	1947
Askja		698	1926
Westindien			
Mont Pelée	Martinique }	1350	1929
La Soufrière	St. Vincent }	1234	1902
Afrika			
Meru	Tansania	4567	1910
Fako (Kamerunberg)	Kamerun	4070	1922
Namtagira	Zentralafrikanischer Graben	3058	1938
Indischer Ozean			
Kartala	Komoren	2600	1904
Piton de la Fournaise	Réunion	2515	1924
Pazifik			
Sawaii	Samoa-Inseln	1858	1905
Niuafo	zwischen Samoa- und Fidschi-Inseln	179	1946
Tamboro	Sumbawa, Sunda-Inseln	2800	1815
Krakatau	zwischen Java und Sumatra	832	1933
Kljutschewskaja Sopka	Kamtschatka (UdSSR)	4850	1946
Bandaisan	Insel Hondo (Japan)	1964	1888
Asamajama	Insel Hondo (Japan)	1919	1950
Aso-dake	Insel Kiuschu (Japan)	1690	1953
Unzen-dake	Insel Kiuschu (Japan)	1488	1792
Taal	Philippinen, Luzón	320	1911
Mayon	Philippinen, Luzón	2753	1947
Mauna Loa	Hawaii	4194	1950
Kilauea	Hawaii	1235	1935
Ostrand des Pazifiks			
Schisaldin	Unimak (Alëuten)	2560	1947
Katmai	Alaska (USA)	2286	1951
Lassen Peak	Kalifornien (USA)	2286	1951
Popocatepetl	Mexiko	5452	1932
Paricutin	Mexiko	2274	1934
Cerro Negro	Nicaragua		1950
Puracé	Kolumbien	4970	1949
Cotopaxi	Ecuador	5897	1877
Villarica	Chile	2865	1948

Erdbebenkatastrophen in 7 Jahrhunderten

1348	Villach	5 000 Tote	1953	Griechenland	1 000 Tote,
1356	Basel	300 Tote			15 000 Obdachlose
1556	Schensi (China)	830 000 Tote	1954	Algerien	1 440 Tote
1730	Tokio	137 000 Tote	1960	Agadir (Marokko)	12 000 Tote
1737	Kalkutta	300 000 Tote	1960	Chile	5 700 Tote,
1755	Lissabon	60 000 Tote			2 Mill. Obdachlose
1783	Kalabrien	100 000 Tote	1962	Persien	12 000 Tote
1784			(mit Opfern von Epidemien)	1963	Libyen	2 500 Tote
1797	Quito (Ecuador)	40 000 Tote	1963	Skopje	1 173 Tote
1891	Mino-Owari (Hondo,		1965	Chile	420 Tote
	Japan)	7 200 Tote	1968	Persien (Churasan)	ca. 10 000 Tote
1906	San Francisco	1 000 Tote	1969	China	3 000 Tote
1908	Messina	83 000 Tote	1970	Anatolien (Türkei)	3 000 Tote
1920	Provinz Kansu (China)	180 000 Tote	1970	Peru	48 200 Tote
1923	Sagami-Bucht (Hondo,	142 000 Tote	1972	Nicaragua	10 000 Tote
	Japan)	und Vermißte	1973	China (Tseschan)	zahlreiche Tote
1935	Quetta (Pakistan)	40 000 Tote	1973	Mexiko (Orizaba Ciudad	
1939	Anatolien	20–30 000 Tote		Serdan)	778 Tote
1948	Fukui (Hondo, Japan)	5 400 Tote	1974	Süd-China	20 000 Tote
1950	Assam	20–30 000 Tote	1975	Lice (Türkei)	3 000 Tote
			1976	Guatemala	22 000 Tote

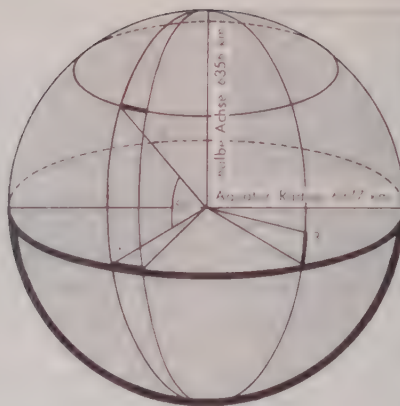
Schematisierter
„Schnittmusterbogen“
für einen Globus



Das Gradnetz unserer Erde

Wie schon angeführt, hat unser Planet fast die Form einer Kugel, allerdings mit abgeflachten Polen. Diese Ungleichmäßigkeit ist aber so gering, daß der Radius von den Polen zum Erdmittelpunkt mit 6356,91 km nur um 21,48 km kürzer ist als der Äquatorradius. Diese Differenz ist am Gesamtkörper der Erde gemessen so verschwindend gering, daß wir im allgemeinen Sprachgebrauch zu Recht von der Kugelgestalt der Erde sprechen. Um die Voraussetzungen für eine sichere Orientierung auf der Erdoberfläche zu ermöglichen, wurde ein Gradnetz um die Erdkugel gelegt, das aus Längen- und Breitengraden besteht.

Die Breitengrade haben unterschiedlichen Umfang. Der größte Breitenkreis ist der Äquator, der eine Länge von 40 076,368 km hat. Parallel zum Äquator ziehen sich auf der nördlichen und auf der südlichen Halbkugel je 90 Breitenkreise um die Pole als Kreismittelpunkt, die natürlich zu den



Die Erdkugel und ihre Maße

- Quadrant 90° = 10 000 km
- Erdumfang = 360° = 40 000 km
- ① Längengrad in 50° = 71,4 km
- ② Längengrad in 0° = 111 km
- ③ 1 Meridianminute = 1852 m = 1 Seemeile
- 1 Kabellänge = 185 m
- 1 Knoten = 1 Sm/Stunde
- 1 deutsche Meile = 7,420 km
- Erdoberfläche = 510 Mill. km²
- Erdvolumen ~ 1083 Mill. km³
- Erdgewicht ~ 5,96 Quadrill. kg
- mittlere Dichte 5,5

Polen hin immer kürzer werden, aber ungefähr gleichen Abstand voneinander haben. Dieser beträgt 110,56 km am Äquator und verlängert sich infolge der Abplattung der Erde zu den Polen hin bis auf 111,68 km. Der 90. Grad ist praktisch nur noch ein Punkt, der durch die geographischen Pole markiert wird.

Unter den Breitenkreisen nehmen die Wendekreise und die Polarkreise eine besondere Stellung ein. Die präzise Festlegung der Wendekreise auf 23° 26' 45" nördlicher und südlicher Breite ist nicht zufällig erfolgt, sondern beruht darauf, daß über ihnen die Sonne zur Zeit der Sonnenwende im Zenit steht und hier ihre scheinbare Bewegungsrichtung umkehrt. Der nördliche Wendekreis des Krebses wird von der Sonne am 22. Juni, der südliche Wendekreis des Steinbocks am 23. Dezember erreicht, woher sich die Bezeichnungen der Sommer- und Wintersonnenwende erklären. Zwischen den beiden Wendekreisen liegt die tropische Zone der Erde; in sie fallen die Sonnenstrahlen zu bestimmten Jahreszeiten senkrecht ein. Erreicht die Sonne auf ihrem scheinbaren Pendelweg zwischen den Wendekreisen den senkrechten Stand über dem Äquator, was zweimal im Jahr – am 31. 3. und 23. 9. – erfolgt, so herrschen auf der Erde Tag- und Nachtgleiche (Äquinoktium). Zu allen anderen Zeiten des Jahres sind die Tage und Nächte an allen Orten der Erde, die nördlich oder südlich des Äquators liegen, ungleich lang. Daraus folgt, daß alle Punkte auf den Wendekreisen in dem Augenblick, wo die Sonne den betreffenden Wendekreis erreicht, ihren längsten Tag verzeichnen.

Das zweite Paar der Breitenkreise, das eine besondere Rolle im Gradnetz der Erde spielt, sind die Polarkreise in 60° 33' nördlicher und südlicher Breite, die wie die Wendekreise als mathematische Grenzkreise eine Rolle spielen. Zwischen ihnen und den Wendekreisen liegen nämlich die gemäßigten Zonen, die klimatisch und dementsprechend auch vegetationsmäßig und kulturgeschichtlich von besonderer Bedeutung sind, weil sich in ihnen der Mensch am besten entwickeln und seine geistigen Fähigkeiten am erfolgreichsten entfalten konnte. Jenseits der Polarkreise schließlich liegen die Polarzonen, die auf dem Erdglobus als Polarkappen in Erscheinung treten und zusammen etwa 8,3%, der Erdoberfläche ausmachen. In ihnen wirkt sich die Wanderung der Sonne auf der jährlichen Bahnebene so aus, daß hier bis zu einem halben Jahr Tag (Polartag) und bis zu einem halben Jahr Nacht (Polarnacht) herrscht. Die Sonneneinstrahlung ist in den Polarzonen aber so schwach, daß sie nicht in der Lage ist, das ewige Eis an den Polen zum Schmelzen zu bringen. Trotz der langen Polartage herrscht vielmehr in der Arktis am Nordpol und in der Antarktis am Südpol ewiger Winter mit zum Teil mörderischen Temperaturen, die der Erforschung dieser Gebiete größte Schwierigkeiten bereiten.

Die Längengrade (od. Meridiane) sind im Gegensatz zu den Breitengraden ausnahmslos von gleicher Länge, denn sie stellen die Verbindung von Pol zu Pol über den Äquator dar, den sie senkrecht schneiden. Die Geographen haben die Erde in 360 Längengrade eingeteilt; da die Erde über die abgeflachten Polkappen hinweg gemessen einen Umfang von 40003,423 km hat, mißt jeder

Das Diagramm zeigt eine schematische Darstellung der Erde mit ihren Klimazonen. Die Erde ist als Kreis dargestellt, der in drei Hauptbereiche unterteilt ist: die Polarzone (oben), die Gemäßigte Zone (Mitte) und die Tropen (unten). Die Zonen sind farblich abgestuft: Polarzone in hellem Rosa, Gemäßigte Zone in dunklerem Rosa und Tropen in Rot. Sonnenstrahlen, dargestellt durch horizontale Pfeile, kommen von rechts auf die Erde zu. Der Nordpol ist oben markiert. Die Zonen sind wie folgt beschriftet: Polarzone, Gemäßigte Zone, Tropen, Gemäßigte Zone, Polarzone. Die Sonnenstrahlen sind als 'Sonnenstrahlen' beschriftet. Der Nordpol ist als 'Nordpol' beschriftet.

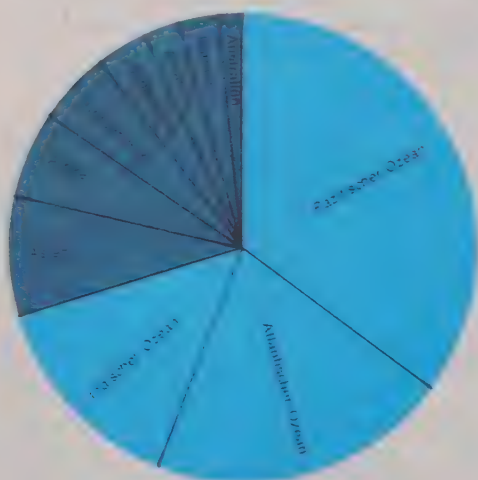
Die Zeitzonen der Erde



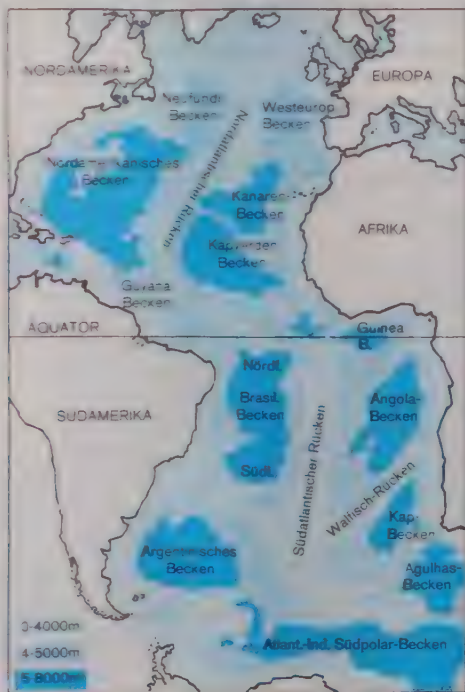
Die sich aus den Wendekreisen und Polarkreisen ergebenden Klimazonen gelten natürlich nur theoretisch. Zu der Sonneneinstrahlung kommen als klimabestimmende Faktoren Einwirkungen hinzu, die sich aus der Verteilung von Land und Meer auf der Erdoberfläche, aus den Bodenformen und der Vegetation sowie aus den großen Windsystemen und Meeresströmungen ergeben.

Meere und Seen

Ein Blick auf den Erdglobus läßt sofort erkennen, daß Land und Wasser auf der Erdoberfläche ungleichmäßig verteilt sind, und zwar überwiegt das Wasser stark. Von den 510 Millionen qkm der Erdoberfläche sind 361 Millionen, also 71 %, von Meer bedeckt. Dieses Verhältnis gehört zu den großen Wundern der Natur, denn wenn es sich ändern würde, so hätte das in jedem Fall für das gesamte Erdklima und somit für jede Art von Lebewesen auf der Erde katastrophale Folgen. Würden große Flächen des Meeresbodens trockengelegt, so geriete der Wasserhaushalt in Unordnung, und weite Landstriche würden versteppen und verwüsten. Würde dagegen die gesamte Wasseroberfläche beträchtlich größer, so wäre ein starkes Anwachsen der Niederschläge die unausbleibliche Folge. Schon ein Abschmelzen der Eismassen an den Polkappen hätte nach vorgenommenen Berechnungen ein Ansteigen des Meeresspiegels um etwa hundert Meter auf der ganzen Welt zur Folge. Was das bedeuten würde, läßt sich mutmaßen, wenn man sich die vielen flachen Landstriche an den Küsten der Weltmeere ansieht und wenn man sich an die geradezu dramatischen Veränderungen erinnert, die sich nach der letzten Eiszeit ergaben, als es durch die Schmelzwassermengen zu weiten Überflutungen von Tiefebene kam, wo Teile der Nordsee, die gesamte Ostsee, die Behringstraße zwischen Amerika und Asien und andere Flachseen entstanden. Es handelt sich dabei zum großen Teil um die Schelfmeere, mit denen sich vielfach die Kontinentalsockel unter der Oberfläche der sie umspülenden Meere fortsetzen. Ein Beispiel für ein solches Schelfmeer ist die Nordsee, sie gehört noch zum europäischen Festlandblock, da der Schelf unseres Kontinents erst westlich von Irland steil bis zu 5000 m zur Tiefsee abfällt.



Verteilung von Land und Meer



Übersichtskarte der Tiefenverhältnisse des Atlantischen Ozeans



Die Meeresböden sind im Laufe der Zeit – namentlich seit der Erfindung des Echolotes durch den deutschen Physiker Behm – in unendlicher Kleinarbeit so sorgfältig ausgelotet und erforscht worden, daß uns ihre Reliefs in allen Einzelheiten ebenso bekannt sind wie die der Landmassen. Denkt man sich das Wasser fort, so finden sich dort die gleichen Bodenformationen wie auf dem trockenen Land – mit Ebenen, Tälern und Gebirgen, deren Gipfel vielfach als kleine oder größere Inseln über die Meeresoberfläche hinausragen. In der Sprache der Geologen weist das Relief des Meeresbodens ebenfalls großräumige Rücken, Tafeln, Schwellen und Gräben auf. Die größte Meerestiefe fand man in einem Tiefseegraben westlich der Marianen, wo das britische Forschungsschiff Challenger II 11 022 m auslotete.

Die Wassermenge, von der die Erdoberfläche überflutet wird, schätzt man nach neueren Berechnungen auf 1 370 Millionen cbm. An ihr sind die drei Großozeane (Pazifischer, Atlantischer und Indischer Ozean) in der genannten Reihenfolge mit insgesamt 1 321 Millionen qkm beteiligt. Hinzu kommen die vier durch Kontinente und Inselgruppen von den Ozeanen abgetrennten Mittelmeere (Arktisches, Amerikanisches, Europäisches und Australasiatisches) mit 29 Millionen qkm und die Rand- oder Schelfmeere (z. B. die Nordsee) mit 8 Millionen qkm und Zwischen- oder Binnenmeere (z. B. die Ostsee) mit 3 Millionen qkm.

Man hat das Weltmeer auch vertikal gegliedert: 28 Millionen qkm (bis 200 m Tiefe) sind Kontinentalsockel oder Schelfe, 90 Millionen qkm sogenannter Kontinentalabfall (bis 4000 m Tiefe), 240 Millionen qkm eigentliche Tiefsee (zwischen 4000 und 6000 m) und schließlich 3 Millionen qkm Tiefseegräben (bis ca. 11 000 m Tiefe).

Von großer Bedeutung für die Klimabildung auf der Erde sind die Meeresströmungen und Gezeiten. Die Strömungen, die das Meerwasser in unaufhörlicher Bewegung halten, sind auf ständig in gleicher Richtung wirkende Winde (Drift- oder Trift-Ströme) und die durch unterschiedlichen Salzgehalt hervorgerufenen Gefäll- oder Gradientenströme zurückzuführen. Schematische Kartenskizzen mit den hauptsächlichen Meeresströmungen lassen deutlich erkennen, daß diese durch die Erddrehung aus ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt werden – auf der nördlichen Halbkugel nach rechts, auf der südlichen nach links. Die bedeutendsten Strömungen sind:

die von Passatwinden hervorgerufenen westlich gerichteten Driften beiderseits des Äquators, die sich aus der Stauung der Passatdriften an den Ostküsten der Ozeane bildenden Strömungen, die polwärts abbiegen und in der Westwindzone gen Norden weiterströmen. Die eindrucksvollsten Beispiele dafür sind der Golfstrom im Atlantischen Ozean und der Kuro-Schio-Strom im Pazifischen Ozean. Sie haben beide entscheidenden Einfluß auf das Klima der angrenzenden Landmassen, indem sie warme Wassermassen aus den Äquatorgegenden in kältere Breiten transportieren. So wäre die norwegische Küste nicht bis fast zum Nordkap hinauf besiedelt, wenn der Golfstrom nicht als riesige Warmwasserheizung wirkte. Wo diese in östlicher Richtung verlaufenden Driften auf die Westküsten der Kontinente stoßen, kommt es zu Strömungen in Äquatorrichtung, durch die wieder kältere Wassermassen in die warmen Zonen transportiert werden. Die größten unter ihnen sind der Peru-Strom oder Humboldt-Strom an der chilenisch-peruanischen Küste, der Kalifornien-Strom, der Benguela-Strom an der südwestafrikanischen Küste, der Kanarien-Strom an der nordwestafrikanischen Küste, der Grönland- und der Labrador-Strom.

In gewisser Weise klimabestimmend sind auch die Gezeiten (Tiden), die mit der Anziehungskraft des Mondes und der Sonne im Zusammenhang stehen. Es handelt sich in erster Linie um ein rhythmisches An- und Abschwellen des Meeresspiegels, das in erster Linie auf die scheinbare tägliche Erdumkreisung des Mondes zurückzuführen ist. Dieser „Mondtag“ hat eine Länge von 24 Stunden und 50 Minuten und verursacht innerhalb dieses Zeitraumes zweimal das Phänomen der Gezeiten, die in zwei um die Erde laufenden Wellenbergen (Flut) und zwei Wellentälern (Ebbe) sichtbar werden. Der Unterschied des Wasserstandes zwischen Ebbe und Flut, der sogenannte Tidenhub, beträgt auf offenem Meer nur 1–2 m, in Buchten und Flußmündungen jedoch bis zu 12 m, in der Fundybay in Südostkanada sogar bis zu 21 m. Die Gezeiten verursachen an den Meeresküsten, in Nebenmeeren und Flußmündungen unter besonderen Umständen starke Strömungen, die sich namentlich auf das Klima küstennaher Länder bemerkenswert auswirken. Der Einfluß der Sonne macht sich vorwiegend in der wechselnden Höhe und Intensität des Gezeitenhubs bemerkbar. Zur Zeit des Neumonds und des Vollmonds, wenn Mond, Sonne und Erde in einer



Die Linien in der Nordsee, im Kanal und in der Irischen See gleichen mittleren Springtidenhub

Linie stehen, machen sich die vereinigten Anziehungskräfte von Sonne und Mond durch besonders hohe Flut und niedrige Ebbe bemerkbar. Der große Gezeitenhub, vielleicht zusammenwirkend mit „auflandigen“ Sturmfluten, hat schon oft für flache Küsten und Halligen verheerende Überschwemmungen zur Folge gehabt. Im ersten und letzten Mondviertel dagegen wirken die Anziehungskräfte von Mond und Sonne gegeneinander und erzeugen dadurch die sogenannten „Nipp-Tiden“.

Es gibt auch Gezeiten der Atmosphäre, die ebenfalls auf den Mond zurückzuführen sind und sich unter gewissen Voraussetzungen in der Luftdruckverteilung mit einer Periode von 12 Mondstunden bemerkbar machen, sofern Luftdruck und Luftbewegung nicht anderen Einflüssen unterliegen. Sie sind im Gegensatz zu den Gezeiten des Meeres jedoch nur minimal und lediglich durch wissenschaftliche Beobachtungen und Messungen festzustellen, aber sie können natürlich ebenso wie Ebbe und Flut das Klima oder wenigstens das Wetter beeinflussen.

Die großen Seen		qkm	Tiefe	Land
	Kaspisches Meer	394 000	980	Sowjetunion, Iran
	Oberer See	82 414	397	USA, Kanada
	Viktoriasee	68 800	85	Tansania, Uganda, Kenia
	Aralsee	63 800	68	Sowjetunion
	Huronsee	59 586	229	USA, Kanada
	Michigansee	58 016	281	USA
	Tanganjikasee	32 880	1 435	Burundi, Kongo (K.), Tansania, Sambia
	Großer Bärensee	31 792	137	Kanada
	Baikalsee	31 500	1 620	Sowjetunion
	Njassasee	28 480	706	Tansania, Malawi, Mosambik
	Großer Sklavensee	28 438	140	Kanada
	Eriesee	25 719	64	USA, Kanada
	Winnipegsee	24 300	21	Kanada
	Ontariosee	19 477	237	Kanada, USA
	Ladogasee	18 180	230	Sowjetunion
	Balchaschsee 17 000 bis 19 000		27	Sowjetunion
	Maracaibosee	15 000	30	Venezuela
	Tschadsee 12 000 bis 26 000		4–7	Niger, Tschad, Nigeria, Kamerun
	Onegasee	9 549	124	Sowjetunion
	Titicacasee	8 300	272	Peru, Bolivien
	Nicaraguasee	7 997	70	Nicaragua
	Vänernsee	5 546	100	Schweden
	Peipussee	3 583	15	Sowjetunion
	Mälarsee	1 140	64	Schweden
	Plattensee	591	11	Ungarn
	Genfer See	581	310	Schweiz, Frankreich
	Bodensee	539	252	Deutschland, Schweiz, Österreich

Die großen Flüsse				
		Syr-Darja (mit Naryn)	3 078	Tigris 1 950
		Yukon	3 016	Oranje 1 860
	Länge in km	Brahmaputra	2 900	Angara (Obere Tunguska) 1 826
Nil (mit Kagera)	6 671	Colorado	2 900	Petschora 1 809
Amazonas	6 518	Rio Grande	2 870	Kama 1 805
Mississippi (mit Missouri)	6 420	Donau	2 850	Limpopo 1 600
Jangtsekiang	5 800	Tocantins	2 850	Juba 1 600
Ob (mit Katun)	5 410	São Francisco	2 800	Okavango 1 600
Hwangho	4 875	Euphrat	2 700	Oka 1 480
La Plata (mit Paraná)	4 700	Ganges	2 700	Senegal 1 430
Mekong	4 500	Sambesi	2 660	Schari 1 400
Amur	4 416	Kolyma	2 600	Dnjestr 1 360
(mit Schilka und Onon)		Nelson	2 575	Rhein 1 320
Lena	4 400	(mit Saskatchewan)		Nördliche Dwina 1 302
Kongo	4 320	Amu-Darja	2 540	(mit Suchona)
Irtysch	4 248	Ural	2 534	Desna 1 190
Niger	4 160	Arkansas	2 333	Elbe 1 144
Jenissei (mit Angara)	4 092	Dnjepr	2 285	Wjtschegda 1 130
Murray (mit Darling)	3 700	Columbia	2 250	Weichsel 1 068
Wolga	3 700	Paraguay	2 200	Düna (Westliche Dwina) 1 020
Mackenzie	3 512	Irawadi	2 150	Loire 1 010
(mit Peace River)		Orinoco	2 063	Tajo (Tejo) 1 008
Sankt-Lorenz-Strom	3 350	Tarim	2 000	Memel 937
Saluen	3 200	(mit Yarkend und Axu)		Ebro 927
Indus	3 180	Don	1 970	Oder (bis zum Haff) 860

Die großen Berge	Höhe	Gebirge oder Landschaft	Land
Mount Everest	8848	Himalaja	Tibet, Nepal
K 2 (Godwin Austen)	8611	Karakorum	Kaschmir
Kangchendzönga	8579	Himalaja	Sikkim, Nepal
Nanga Parbat	8125	Himalaja	Kaschmir
Minja Konka	7590	Bergland von Szetschuan	China
Aconcagua	6958	Anden	Argentinien
Ojos del Salado	6880	Anden	Argentinien, Chile
Chimborazo	6272	Anden	Ecuador
Mount McKinley	6193	Alaskagebirge	USA (Alaska)
Kibo	5895	Kilimandscharo	Tansania
Citlaltépetl (Pico de Orizaba)	5700	Sierra Madre Oriental	Mexiko
Elbrus	5633	Kaukasus	Sowjetunion
Demawend	5604	Elbursgebirge	Iran
Kenia	5195	Ostafrika	Kenia
Margheritaspitze	5119	Ruwenzori	Uganda, Kongo (K)
Montblanc	4810	Savoyer Alpen	Frankreich, Italien
Dufourspitze	4634	Monte-Rosa-Gruppe	Schweiz
Weißhorn	4505	Walliser Alpen	Schweiz
Matterhorn	4478	Walliser Alpen	Schweiz, Italien
Mount Whitney	4418	Sierra Nevada	USA
Finsteraarhorn	4274	Berner Alpen	Schweiz
Djebel Toubkal	4165	Hoher Atlas	Marokko
Jungfrau	4158	Berner Alpen	Schweiz
Kamerunberg	4070	Kamerungebirge	Kamerun
Piz Bernina	4049	Südrätische Alpen	Schweiz, Italien
Erciyas Dag	3916	Anatolien	Türkei
Ortler	3899	Ortler-Gruppe	Italien
Großglockner	3797	Hohe Tauern	Österreich
Fujijama	3776	Honshu	Japan
Pico de Teide	3718	Teneriffa	Spanien (Kanarische Inseln)
Mulhacén	3481	Sierra Nevada	Spanien
Emi Koussi	3415	Tibesti (Sahara)	Tschad
Ätna	3263	Sizilien	Italien
Zugspitze	2963	Wettersteingebirge	Deutschland, Österreich

Große Gletscher

Vatna Jökull (Island)	8 500 qkm
Malaspina-Gletscher (Alaska)	3 800 qkm
Jostedalsbrae (Norwegen)	1 100 qkm
Fedtschenko-Gletscher (Transalai)	600 qkm
Aletsch-Gletscher (Schweiz)	169 qkm
Tasman-Gletscher (Neuseeland)	138 qkm
Gornergletscher (Schweiz)	68 qkm
Pasterze (Österreich)	32 qkm
Gepatsch-Ferner (Österreich)	25 qkm
Rhone-Gletscher (Schweiz)	22 qkm

Bekannte Landengen

Landenge von Tehuantepec (Mexiko)	200	schmalste Stelle (km)
Landenge von Suez (Ägypten)	160	
Isthmus von Kra (Siam)	64	
Isthmus von Panama (Panama)	55	
Isthmus von Korinth (Griechenland)	6	
Landenge von Perekop (UdSSR)	6	

Die Atmosphäre

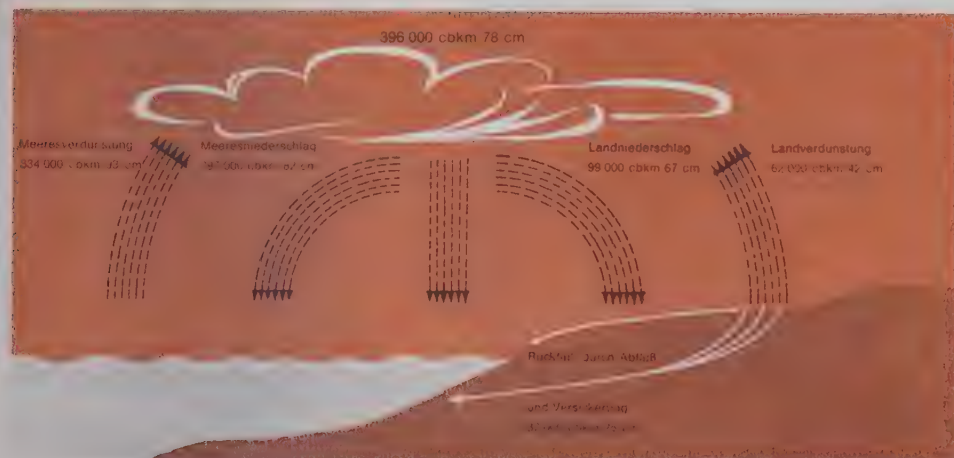
Daß sich auf unserem Planeten überhaupt organisches Leben entwickeln konnte, ist neben der günstig dosierten Sonneneinstrahlung hauptsächlich auf die Erdatmosphäre zurückzuführen, die in ihrer Zusammensetzung von

	Raumanteil	Gewichtsanteil
Stickstoff	78,09%	75,53%
Sauerstoff	20,95%	23,15%
Argon	0,93%	1,28%
Kohlendioxyd	0,03%	0,04%

die für den Menschen und die Tier- und Pflanzenwelt der Erde ideale Lebensvoraussetzung bildet. Wir wissen heute, daß auch die Planeten Venus und Mars Atmosphäre besitzen, die zwar in Dichte und Zusammensetzung von der unserer Erde abweichen, aber im Prinzip das gleiche Erscheinungsbild bieten. Der Merkur hat offenbar keine Atmosphäre, während die auf Jupiter und Saturn festgestellte Atmosphäre sich sowohl in ihrer Zusammensetzung als auch in der Dichte sehr von der Erdatmosphäre unterscheidet.

Vertikaler Aufbau der Erdatmosphäre





Die Lufthülle der Erde ist im Vergleich zum Durchmesser des Planeten sehr dünn. Die genaue Obergrenze läßt sich nicht feststellen, da die Dichte nach dem Weltraum hin ständig abnimmt. Das eigentliche Wettergeschehen spielt sich im untersten Teil der „Troposphäre“, einer bis zu 12 km dicken Luftschicht, ab. Über der Troposphäre liegt – immer mit fließenden Grenzen zu verstehen – die Stratosphäre, die bis zu 30 km als „Stratosphäre im engeren Sinne“ bezeichnet wird, während die Schicht von 30–80 km Mesosphäre heißt. In ihrer Zusammensetzung überwiegt der Wasserstoff. Die folgende äußerste Schicht der irdischen Atmosphäre ist die Ionosphäre, die sich von der „Ionosphäre im engeren Sinne“ über Thermosphäre und Exosphäre bis zu einer Höhe von rund 1000 km erstreckt. Die Ionosphäre wird zum Weltraum hin immer dünner und ist kaum noch zu messen und zu berechnen. Druck und Dichte sinken bereits in der Stratosphäre bis zu 50 km über der Erdoberfläche auf ein Tausendstel, in der Ionosphäre bei 100 km auf ein Millionstel des Wertes in unserem Lebensbereich.

Die Erscheinungen des Wetters, das durch das Verhalten der Wetterelemente wie Wind, Luftdruck und Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Strahlung, Bewölkung und Niederschlag entsteht, sind größtenteils in der untersten Schicht der Atmosphäre, der Troposphäre, festzustellen. Die Cumulustürme der Gewitterwolken stoßen über die 10 km-Grenze bis in die Stratosphäre hinein, und die aus Eiskristallen bestehenden Cirrus- oder Federwolken findet man noch in 25–35 km Höhe.

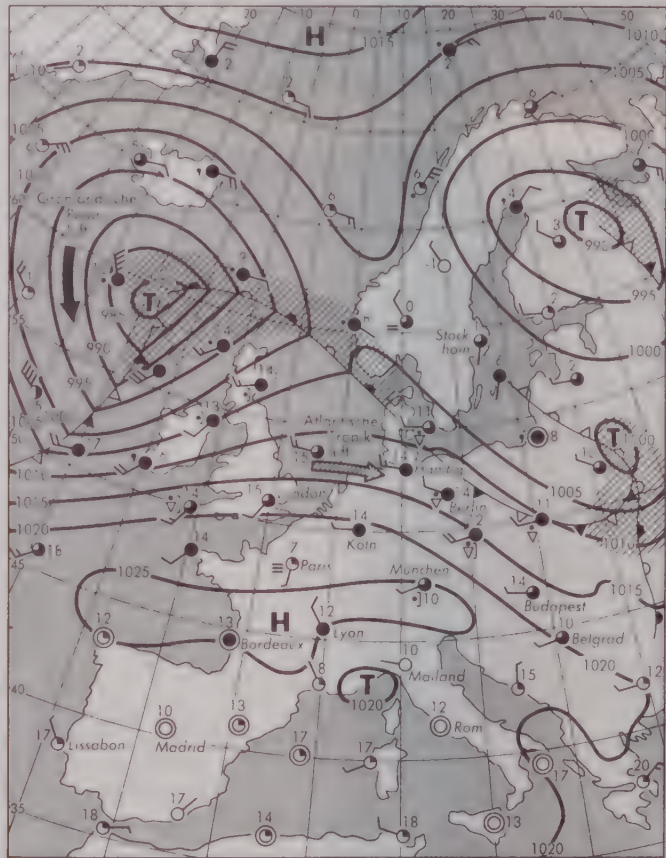
Das Wetter wird in erster Linie durch die Strahlung der Sonne auf die Erdoberfläche und durch den Zustand der die Erde umgebenden Lufthülle in den unteren „Stockwerken“ bestimmt. Deren Konsistenz ist entscheidend davon abhängig, ob die darunterliegende Erdoberfläche feste Landmassen oder Meer aufweist, ob die Landmassen überwiegend gebirgig oder eben sind, ob sie in den Tropen oder in den gemäßigten Zonen liegen. Während sich das Wetter in den Tropen und Subtropen im allgemeinen überschaubar entwickelt, spielen in unseren gemäßigten Breitengraden viele oft gegeneinander wirkende und in ihren Auswirkungen nur schwer überschaubare Faktoren eine Rolle. Warme Luftströmungen aus den Subtropen und kalte Luftmassen aus der Arktis stoßen hier mit oft unberechenbarer Wirkung zusammen.

Interessante Ergebnisse hat die Temperaturmessung in der Lufthülle der Erde gezeitigt. In der Troposphäre herrscht durch die bodenmäßig bedingten Luftströmungen mit horizontalem und vertikalem Austausch eine starke Durchmischung mit der meßbaren Auswirkung, daß die Temperatur im Mittel je km um 5–7° nach oben abnimmt. Schon an der Obergrenze der Troposphäre bei 10 km, der sogenannten Tropopause, liegen die Temperaturen zwischen –40 °C im Sommer und –65 °C im Winter, während sie in den Tropen bei 16–17 km Höhe –75 °C bis –80 °C erreichen. Bemerkenswert sind hier die innerhalb der allgemeinen Westtrift auftretenden höchsten Wind-

geschwindigkeiten („Jet-streams“ Düsentrömungen), die bis zu 400 km/h betragen. In der Stratosphäre im engeren Sinne herrscht eine annähernd gleichbleibende Temperatur von -50 bis -60°C . In der Mesosphäre, die zwischen 35 und 75 km liegt, steigen plötzlich die Temperaturen wegen der sich in dieser Schicht vollziehenden Ozonabsorption stark an und erreichen in 50 km Höhe -50°C . Darüber sinkt die Temperatur wieder rapide ab, in mittleren Breiten bis zu -80°C in 80 km Höhe. In der Ionosphäre schließlich, die in 80 km Höhe beginnt, ist in verschiedenen Höhen die Konzentration der elektrisch geladenen Teilchen so hoch, daß elektromagnetische Wellen reflektiert werden. Hier wurden mit den Mitteln der modernen Technik Temperaturen gemessen, die aus der Sicht der Erdbewohner nur schwer verständlich sind. Sie liegen in rund 110 km Höhe zwischen 0 und $+100^{\circ}\text{C}$ und steigen in der Thermosphäre oberhalb von 200 km auf $+400$ bis 600°C , möglicherweise sogar auf über $+1000^{\circ}\text{C}$ an.

Beispiel einer Wetterkarte

mit Luftdruckverteilung und Fronten, wie sie dem Zeitungsleser und dem Fernsehteilnehmer durch die täglichen Wetterberichte vertraut ist



○ wolkenlos	• Regen	12 Temperatur in $^{\circ}\text{C}$	Windgeschwindigkeit in Knoten
◐ 1/2 bedeckt	• Nieseln	1015 Luftdruck in Millibar	Symbol
◑ 3/4 bedeckt	(•) Niederschlag in der Umgebung	(1000 mb = 750 mm)	0
● bedeckt	* Schneefall	H Hoch- und Tiefdruckgebiet	1-2
☁ Dunst	▽ Schauer	T Tiefdruckgebiet	3-7
☁☁ starker Dunst	▲ Graupeln	— Warmfront	8-12
☁☁☁ Nebel	▲ Hagel	— Kalifront	23-27
☁☁☁☁ ausgedehntes Niederschlagsgebiet	☁ Gewitter	— Okklusion	Pfeilrichtung = Windrichtung (1 m/sec ≈ 2 Knoten)
	☁☁☁☁☁ nach Regen, Gewitter usw.	→ Bewegung gr. Luftmassen	

Wolkenformen

Hohe Wolken

Mittlere Mindesthöhe 6000 m

1. Cirrus(Ci): dünne weiße Fasern
2. Cirrocumulus (Cc): kleine, weiße, durchsichtige Bällchen (Schäfchenwolken)
3. Cirrostratus (Cs): dünner, weißer, durchsichtiger Schleier

Durch alle Cirruswolken kann die Sonne ungehindert hindurchscheinen.

Mittelhohe Wolken

Mittlere Maximalhöhe 6000m, mittlere Mindesthöhe 2000 m

4. Altocumulus (ac): grobe Schäfchenwolken, Schichten von weißen und grauen Ballen mit grauen Schatten
5. Altostratus (As): dünner bis dichter grauer Wolkenschleier, durch den Sonne und Mond gerade noch hindurchscheinen können oder eben noch zu sehen sind.

Tiefe Wolken

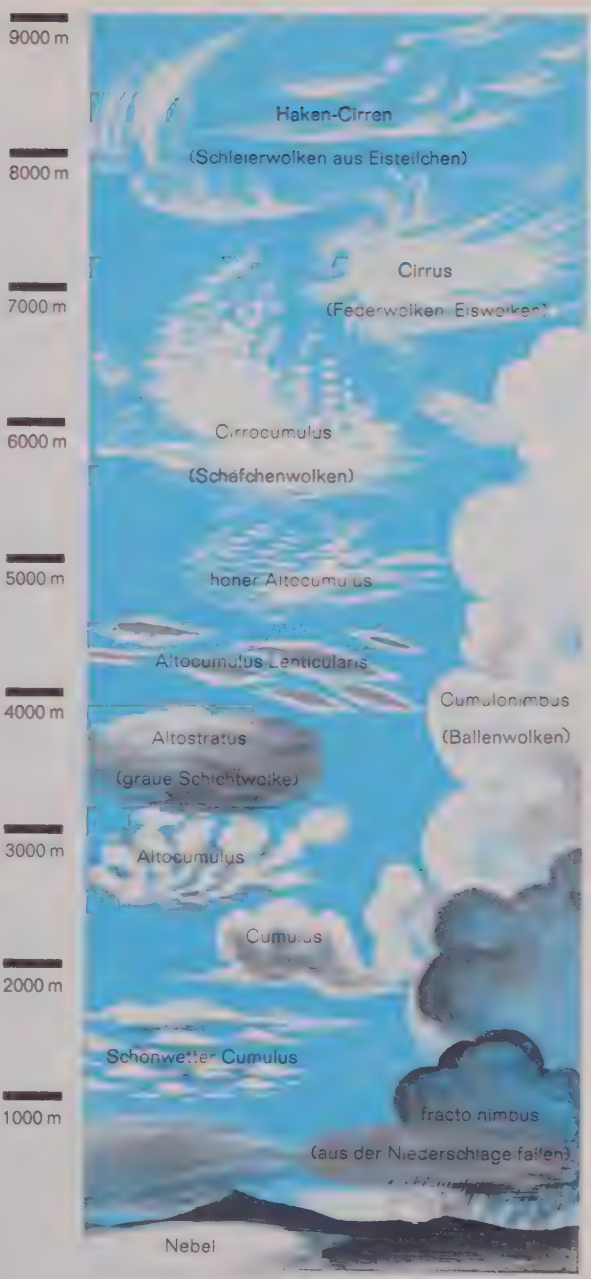
Mittlere Maximalhöhe 2000 m, Mindesthöhe in Bodennähe

6. Stratocumulus (Sc): unregelmäßig begrenzte, graue Wolkenballungen, die mehr oder weniger den ganzen Himmel bedecken
7. Stratus (St): gleichmäßige, formlose, dunkelgraue Schicht
8. Nimbostratus (Ns): gleichmäßig grauer, dichter Wolkenbehang.

Wolken mit vertikalem Aufbau

Mittlere Maximalhöhe in Cirrus-höhe, mittlere Mindesthöhe 500 m

9. Cumulus (Cu): Auftriebswolke, häufig pilzförmig oder fächerartig nach oben aufgequollen
10. Cumulonimbus (Cb): Cumulus mit kräftig aufgequollenen Türmen, die zu rauchen scheinen; Cirrusschirm.



Die Entschleierung der Erde

Die Geschichte der Entschleierung unserer Erde beginnt nicht etwa erst mit den großen Entdeckungsreisenden, dem Venezianer Marco Polo, dem Genueser Christoph Kolumbus, dem Portugiesen Vasco da Gama, dem Florentiner Amerigo Vespucci und anderen kühnen Abenteurern. Vielmehr haben bereits Phöniker, Karthager und Griechen vor unserer Zeitrechnung auf ihren kleinen Schiffen Fahrten über das Mittelmeergebiet hinaus unternommen, anfangs nur von Handelsinteressen, später aber auch von echtem Forscherdrang getrieben. Durch die Reisen des Pytheas um 330 v. Chr. wurden schon die ersten Kenntnisse über Nordeuropa gewonnen, wichtige Entdeckungsreisen galten der ersten Erkundung der afrikanischen Nord- und Ostküsten, während der Alexanderzug (334–324) den Vorderen Orient bis zu den Pforten Indiens erschloß. Die im europäischen Norden wohnenden germanischen Küstenvölker wagten sich schon früh auf den freien Ozean hinaus, und den Wikingern gebührt der Ruhm, als erste bis Grönland und an die NO-Küste Nordamerikas vorgestoßen zu sein. Mit dem 15. Jahrhundert begann dann das Zeitalter der großen Entdeckungen, das in aufregendem Tempo dem Abendland die übrige Welt erschloß.



400 v. Chr.: Das Mittelmeer ist den Kulturvölkern jener Zeit die vertraute Welt. Erste tastende Erkundungen gelten den afrikanischen Nord- und Ostküsten, und der Alexanderzug erreicht bereits die Grenze Indiens.

200 n. Chr.: Handelsinteressen und Forschungsdrang dehnen den bekannten Raum über Mitteleuropa bis Skandinavien sowie über ganz Arabien und den Vorderen Orient bis nach Vorderindien und an die Küsten von Hinterindien aus.



1400 n. Chr.



1550 n. Chr.



1850 n. Chr.

1400 n. Chr.: Europa ist ganz erforscht. Wikinger erreichen Grönland und die NO-Küste von Nordamerika.
 1550 n. Chr.: Die Ziele der berühmten Entdeckungsreisenden liegen vornehmlich im Westen: Die Küsten von Mittel- und Südamerika, aber auch die Reiche der Azteken und Inkas werden entdeckt.
 1850 n. Chr.: Die Zeit der großen Entdeckungen ist abgeschlossen; nur in Zentralafrika, im Herzen Südamerikas, in Alaska und im Innern Australiens gibt es noch „weiße Flecke“ (nach Behrmann).

Europa

Mit 10,5 Millionen qkm steht Europa unter den Erdteilen an zweitletzter Stelle, mit 639 Millionen Einwohnern wird es aber nur von Asien übertroffen. Mit 61 Menschen auf einen Quadratkilometer erreicht unser Kontinent die größte Bevölkerungsdichte unter allen Erdteilen. Die Gründe dafür liegen wahrscheinlich in erster Linie in seiner Lage auf der nördlichen Halbkugel der Erde in der klimatisch begünstigten gemäßigten Zone, in der es kaum lebensfeindliche Extreme gibt: keine sonnendurchglühten Trockenwüsten, keine tropischen Urwälder und kaum eisstarrenden Kältewüsten. Außerdem besitzt es gleichsam eine natürliche Warmwasserheizung: den an seinen Westküsten hinziehenden warmen Golfstrom, der selbst im hohen Norden, wo in anderen Erdteilen bereits jedes Leben erstarben ist, noch Temperaturen bewirkt, die Ackerbau und Viehzucht ermöglichen. Für die Besiedlung hat es sich auch außerordentlich günstig ausgewirkt, daß Europa in einem Ausmaß wie kein anderer Erdteil durch Meeresbuchten und Nebenmeere gegliedert ist. Das Weiße Meer, die Nordsee und die Ostsee umschließen die Skandinavische Halbinsel, zwischen Nordsee und Ostsee erstreckt sich die Jütländische Halbinsel mit den Hunderten von Inseln, die Dänemark bilden, im Südwesten trennt die Iberische Halbinsel den Atlantik und das Mitteländische Meer, in das die Apennin- und die Balkanhalbinsel weit hineinragen. Dem Festlandskörper sind außerdem ungezählte große und kleine Inseln vorgelagert, von denen Großbritannien und Irland die größten sind. Nicht weniger als ein Drittel der Landfläche Europas entfällt auf Inseln und Halbinseln, die zumeist besonders dicht bevölkert sind.

Vorteilhaft für die Bevölkerungsentwicklung und Kulturentfaltung unseres Kontinents hat sich zweifellos auch seine Lage am verkehrstärksten aller Weltmeere, am Atlantischen Ozean, und an den wichtigsten, weil in idealer Weise völkerverbindenden und kulturvermittelnden aller Mittelmeere ausgewirkt.

Europa gehört klimatisch größtenteils der kühl-gemäßigten, maritim beeinflussten Zone an. Nur die Ebenen von Südrußland, Ungarn und Rumänien haben ein ausgesprochen kontinentales Klima mit heißen Sommern und trockenen, kalten Wintern. Nach Norden zu nehmen die Sommer wie die Wintertemperaturen immer mehr ab. Nach Westen zu, mit der Annäherung an das Meer, werden die Winter milder und die Sommer kühler. Dementsprechend verändert sich auch die Vegetation: Steppe mit harten Gräsern in den Trockenebenen Ost- und Südosteuropas, Tundra mit Moosen und Flechten im äußersten Norden von Skandinavien und Rußland, Nadelwälder in Nord- und Nordosteuropa, Laub- und Mischwald im mittleren Europa, immergrüne Vegetation an den Küsten des Mitteländischen Meeres. Vielgestaltig wie seine Küsten ist auch die geologische Struktur Europas. Unser Erdteil hat im Verlauf der Erdgeschichte oftmals seine Größe und seine Umrisse gewandelt. Der älteste Teil besteht aus dem sogenannten Baltischen Schild, der Schweden und Finnland umfaßt, und aus der großen Russischen Tafel, die von der Weichse bis zur Ostgrenze Europas, dem Uralgebirge und dem Uralfluß, reicht. Diese aus ältesten kristallinen Gesteinen aufgebaute starre Masse ist bei späteren Gebirgsbildungen fast gar nicht berührt worden. Am Ende der Silurzeit erfolgte die Kaledonische Faltung, die über Irland und Schottland nach Skandinavien verlief. In der Karbonzeit entstanden die Variskischen Gebirge in Mitteleuropa und die Armorikanischen Gebirge an der Atlantikküste. Sie wurden zum Teil wieder eingeebnet, so daß von den Variskischen Gebirgen heute nur noch einzelne abgetragene Rumpfe zwischen dem Französischen Zentralmassiv und den Sudeten bestehen und durch jüngere Ablagerungen, vor allem durch Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper, Jura und Kreide, eingehüllt werden. In der Tertiärzeit erfolgte der jüngste Gebirgsbildungsprozeß: die Alpen, die Karpaten der Apennin und die Pyrenäen wurden hochgefaltet – als jüngste Gebirge sind sie noch in geringstem Maße abgetragen und weisen daher die höchsten Gipfel auf (Montblanc mit 4810 m). Bei diesem Faltungsvorgang wurden auch die Randgebiete betroffen; sie zerbrachen und wurden zum Teil als Schollen hochgehoben – wie der Schwarzwald –, zum Teil versanken sie in der Tiefe – wie im Oberrheingraben und im Ungarischen Becken. In dieser Zeit quollen an Bruchlinien auch vulkanische Massen aus der Tiefe hervor, die in Zentralfrankreich, in Böhmen, Ungarn und an anderen Stellen weite Flächen überdeckten. Die heutigen Landformen in Nord- und Mitteleuropa sind jedoch weitgehend eine Folge der Eiszeiten. Bis zum Nordrand der deutschen Mittelgebirge

und über die Nordsee hinweg bis nach England reichten die riesigen Gletscher, die von der mächtigen, über ganz Skandinavien liegenden, bis zu 2000 m dicken Eiskappe herabflossen. Auch die Alpen und andere Gebirge waren größtenteils vergletschert. In den von Eis bedeckten Gebieten wurden die Berge abgeschliffen und die Täler ausgetieft. Der so entstehende Gesteinsschutt wurde vom Eis mitgeführt und am Ende der Gletscher als Moränen abgelagert. Beim Zurückweichen des Eises füllten sich Täler und Senken mit Schmelzwasser; so entstanden die großen Seen in Schweden und Finnland, die Seenplatten in Norddeutschland und am nördlichen Alpenrand.

Auch die Flüsse sind teilweise in der Eiszeit gebildet worden oder veränderten ihren Lauf, weil sie gezwungen wurden, sich neue Wege zu suchen. Sie folgten dabei den Schmelzwasserrinnen oder den Urstromtälern. In Europa gibt es allerdings keine so gewaltigen Ströme wie in Amerika, Asien und Afrika. Der längste Fluß ist die Wolga mit 3688 km; die Donau erreicht mit ihrem ungewöhnlichen West-Ost-Verlauf eine Länge von 2850 km. Fast alle anderen Flüsse nehmen ihren Weg vom Süden nach Norden.

Ein Wort muß noch zu der Großgliederung des europäischen Raumes gesagt werden. Der Norden wird von dem Skandinavischen Hochgebirge eingenommen, das nach Westen steil abfällt und dessen ertrunkene Täler die tiefen langen Fjorde an der norwegischen Küste bilden. Nach Südosten schließt sich das großflächige Osteuropäische Tiefland an, das vom Eismeer bis zum Schwarzen Meer reicht und mit einem schmalen westlichen Ausläufer im Norddeutschen Tiefland die Nordsee berührt. Der breite Mittelgebirgssstreifen, der sich vom Französischen Zentralplateau bis zu den Sudeten erstreckt, wurde schon erwähnt. Beherrschend für ganz Europa sind die aus der Tertiärzeit stammenden mächtigen Gebirgsketten, die den Süden Europas durchziehen und sich am gewaltigsten in den Alpen ausprägen. Sie lassen sich nach Osten in der Ohrmuschel der Karpaten weiterverfolgen, von denen die Ungarische Tiefebene umsäumt wird und die sich im Balkan und in der Halbinsel Krim bis zum Kaukasus erstrecken. Der dinarische Zweig der Alpen oder das Dinarische Gebirge, unter dem man das Faltengebirgssystem der westlichen südosteuropäischen Halbinsel versteht, setzt sich als Hellenisches Gebirge durch Albanien und Griechenland fort und endet auf dem europäischen Festland im Peloponnes; es läßt sich jedoch über Kreta bis nach Kleinasien verfolgen. Die südlichen Alpen setzen sich im Apennin fort, der sich als Rückgrat durch ganz Italien zieht und über Sizilien nach den Atlasketten Nordafrikas führt, um über die Straße von Gibraltar zum europäischen Festland zurückzukehren und in der Sierra Nevada einen neuen Höhepunkt zu erreichen. Die Geologen sehen in der Inselgruppe der Balearen eine Fortsetzung und Weiterführung des Faltengebirges nach Norden zu den Pyrenäen als Schlußglied der langen Kette. Das sich von den Pyrenäen abzweigende Iberische Scheidegebirge grenzt die Hochflächen von Alt- und Neu-Kastilien voneinander ab. Im ganzen betrachtet gliedert sich der europäische Raum durch die vielverzweigten Gebirgsketten so differenziert auf, daß sich zahlreiche große und kleinere natürliche Lebensräume ergaben, in denen sich Völker, Kulturen und Staaten gesondert entwickeln konnten – eine Eigenart, welche die Geschichte des Kontinents mitbestimmt und zu seiner starken Ausstrahlungskraft für die übrige Welt beigetragen hat.

Asien

Asien ist fast in jeder Beziehung der Erdteil der Superlative. In seiner herkömmlichen Abgrenzung – im Westen durch Uralgebirge und Uralfluß, Manytschniederung, die türkischen Meerengen, Suezkanal, Rotes Meer; im inselreichen Südosten und Osten unter Einbeziehung des Malaiischen Archipels durch eine sich östlich von der Insel Timor und den Molukken, an den japanischen Inseln und der Halbinsel Kamtschatka vorbei bis zur Tschuktschen-Halbinsel hinziehende gedachte Linie – umfaßt er eine Fläche von 44,4 Millionen qkm und damit ein Zwölftel der Erdoberfläche oder fast 30% der Landfläche unserer Erde. Er ist damit der weitaus größte unter allen Erdteilen. Mit zwei Milliarden Einwohnern besitzt er mehr als die Hälfte der gesamten Erdbevölkerung, obwohl riesige Wüstengebiete im Innern und vom ewigen Eis bedeckte Räume im Norden menschen-

leer sind; das wird durch eine gewaltige Bevölkerungsverdichtung in den feuchten Randgebieten, besonders in den Monsunländern, ausgeglichen. Der Bevölkerungsdurchschnitt liegt zwar bei nur 45 Einwohnern auf den qkm, aber in den Flußdeltas von Vorderindien, Hinterindien und China sowie in bevorzugten Landstrichen Javas und Japans leben mehr als tausend Einwohner auf dem Quadratkilometer. Obwohl die Kindersterblichkeit im Durchschnitt noch immer sehr hoch und die Lebenserwartung mit 30 Jahren (in Europa 60) sehr niedrig ist, hat sich die Bevölkerungszahl durch die Verbesserung der hygienischen Verhältnisse, durch Entwicklungshilfe, Intensivierung der Landwirtschaft und Förderung der Industrialisierung so stark gesteigert, daß man von einer Bevölkerungsexplosion spricht, die ernste Probleme in sich birgt.

Auf dem Erdglobus betrachtet, ist Asien die größte Landmasse, an der Europa nur wie eine Halbinsel hängt. Darum spricht man gelegentlich in Zusammenfassung des gesamten Landkomplexes auch von Eurasien – eine Vereinfachung der geographischen Betrachtungsweise, weil sowohl die von Asien abweichende stärkere Gliederung Europas und die klimatischen Verhältnisse als auch die politische Entwicklung und die Kulturgeschichte unseres Erdteils einer solchen Zusammenfassung widersprechen.

Wir sagten, daß Asien der Erdteil der Superlative sei. Es lassen sich dafür weitere Beweise in großer Zahl beibringen. Dieser Erdteil zeigt den größten Gegensatz und grandiosesten Wechsel von riesigen Tiefebenen, Hochplateaus und gewaltigen Gebirgsmassen. Die großen Einheiten lassen sich auf der Landkarte gut erkennen; sie schaffen eine leicht überschaubare Gliederung. Im Norden liegen nebeneinander: das Westsibirische Tiefland, das mannigfaltige, aus Tafelländern, Bergzügen und Becken bestehende Mittelsibirische Bergland und die Faltengebirge Ostsibiriens. Nach Süden schließen sich an: die Kasachen-Steppe und das öde und wasserlose Ust-Urt-Tafelland zwischen dem Kaspischen Meer und dem Aralsee, die im wesentlichen zur südöstlichen UdSSR und der Mongolei gehörenden ausgedehnten Gebirgsröste, die Becken Chinas sowie die Halbinsel Kamtschatka und der von Sachalin über das japanische Inselreich und die Ryukyu-Inseln mit Formosa reichende gebirgige Inselbogen. Der Pamir, ein altes Rumpfgebirge in Zentralasien, schafft gleichsam Ordnung in dem Gebirgsgewirr des Kontinents, indem er wie ein riesiger Knoten die Gebirgssysteme aus allen Himmelsrichtungen in sich vereint und so als ein wirkliches „Dach der Welt“ erscheint. Nach Südwesten leitet der Hindukusch in das stark aufgefächerte Bergland Afghanistans über, im Osten bildet die vergletscherte Kette des Kisił-jart mit dem Mustagh-ata (7282 m) und dem Kungur (7719 m) den Anschluß an Kunlun und Karakorum, während im Norden Alai- und Transalai-Gebirge das Bindeglied zum Tienschan bilden, mit dem sich über die Parallelketten des Altai der Faltengebirgsbogen Südsibiriens nach Nordosten fortsetzt. Die größte innerasiatische Massenanschwellung ist der das Hochland von Tibet im Süden abriegelnde Himalaja – ein weiterer Superlativ des asiatischen Kontinents, denn er erreicht im Mt. Everest eine Höhe von 8848 m und ist damit das höchste Gebirge der Erde. Im Gegensatz dazu wurde am Rand des Philippinenbogens, in der Challenger-Tiefe im Marianen-Graben, mit 11022 m die größte Meerestiefe gemessen. Die Aufzählung der Superlative läßt sich fortsetzen: Asien besitzt in dem Tiefland zwischen Kasachstan und Usbekistan, wegen des Kaspischen Meeres und der Aralsee Aralokaspische Senke genannt, die ausgedehnteste, in den syrischen und zentralasiatischen Gräben die tiefste Landsenke der Erde, das Kaspische Meer ist der größte abflußlose See, und im Baikalsee wurde mit 1620 m unter dem 455 m hoch gelegenen Seespiegel die tiefste Einsenkung auf dem Festland gemessen. Auch das Klima auf dem asiatischen Kontinent weist die größten Extreme auf, was auf die außerordentliche Ausdehnung und die großen Höhenunterschiede zurückzuführen ist. Der Riesenkontinent erstreckt sich von polaren Breiten bis zum Äquator über mehr als 80 Breitengrade und bedeckt damit alle Klima- und Landschaftsgürtel in jeder nur denkbaren Spielart: ewiges Eis und tropische Dschungel, vegetationslose Wüsten und schier endlose Wälder der Taiga, lebensfeindliche Hochländer und Gebirge und fruchtbare Tallandschaften. In Ostsibirien wurden mit minus 75 °C die niedrigsten Temperaturen auf der Erdoberfläche gemessen, während Mesopotamien und das Punjab zu den heißesten Gebieten überhaupt gehören.

Asien wird oft als „Wiege der Menschheit“ bezeichnet. Das bezieht sich nicht in erster Linie darauf, daß die Legende den Garten Eden in das Quellgebiet von Euphrat und Tigris verlegt, sondern ist

darauf zurückzuführen, daß sämtliche großen Religionen und damit die meisten hohen Kulturen auf asiatischem Boden entstanden sind: das Judentum, das Christentum und der Islam in Vorderasien, der Buddhismus und Hinduismus in Indien, die Lehre des Konfutsse in China, der Schintoismus in Japan. In Asien entstanden auch die ältesten uns bekannt gewordenen Kulturen. Im Zweistromland wurden die Überreste der bewunderungswürdigen Hochkulturen ausgegraben, die von den Sumerern und Hethitern, von Babyloniern und Assyriern geschaffen wurden, auf den Bahreininseln und an der Ostküste von Arabien entdeckte man in den letzten Jahrzehnten die Spuren der wahrscheinlich noch älteren Kultur der Dilmun. Später, aber noch in vorchristlicher Zeit, entwickelte sich die hohe chinesische Kultur, während die meisten anderen Kulturen im asiatischen Raum aus der Kraft der großen Religionen erwuchsen.

Die politische Geschichte Asiens erklärt sich großenteils aus den Gegensätzen zwischen den Stromalkulturen und den Nomaden Innerasiens und Arabiens. Über die alten Kulturzentren in Vorderasien, am Indus und Ganges und am Hwangho in China brausten immer wieder wilde Reitervölker aus den lebensfeindlichen Steppen hinweg, und die Hunnen, Araber und Türken drangen, manchmal zerstörend, oft mit starken kulturellen Impulsen, bis nach Europa vor. Doch seit dem 16. Jahrhundert zeichnet sich eine für den Kontinent bedeutende Gegenbewegung ab: 1502 sind die Portugiesen in Indien, 1564 die Spanier auf den Philippinen, 1640 haben die Russen auf dem Landweg über ganz Nordasien hinweg den Pazifik erreicht. Im 17. Jahrhundert folgen die Dänen, die Niederländer, die Briten und die Franzosen. Nord- und Zentralasien ist russisch geworden, ganz Südasien mit Ausnahme Siams britisch, niederländisch, französisch oder portugiesisch. Diese europäische Invasion ist in der jüngsten Geschichte, nach den zwei Weltkriegen, weitgehend wieder zurückgedrängt worden; nur in Nord- und Zentralasien hat eine europäische Macht, die Sowjetunion, als Nachfolgerin des Zarenreiches, ihren Einfluß ständig erweitern und vertiefen können, wobei ihr allerdings eine andere Macht bedrohlich entgegenwuchs, das Riesenreich China, das dem Kreml-Kommunismus ideologisch nahesteht, aber gleichsam zum asiatischen Gegenspieler des europäischen Aggressors geworden ist, der der alten Parole „Asien den Asiaten“ auch auf dem politischen Schlachtfeld zur Geltung verhelfen will. Es hat sich in der neueren Geschichte wiederum gezeigt, daß Asien in sich eine abgeschlossene Welt ist und bleiben will, in der im Gegensatz zur westlichen Welt die aus Religion und Philosophie strömenden Kräfte Geltung behalten wollen.

Australien und Ozeanien

Auf der Wasserhalbkugel der Erde, vom Indischen und Pazifischen Ozean umgeben, liegt der kleinste Erdteil, in seiner völligen Isolierung eigentlich nur eine riesige Insel im weiten Weltenmeer. Mit 8 Millionen qkm, einschließlich Neuseeland, ist Australien noch um ein Fünftel kleiner als Europa, mit 14,8 Millionen Einwohnern entspricht es etwa denen der Tschechoslowakei. Die Geographen rechnen diesem Erdteil heute auch das Gewirr der vielen Tausende von größeren und kleineren Inseln zu, die unter dem Begriff „Ozeanien“ zusammengefaßt werden und mit Australien gemeinsam eine Landfläche von 8 941 000 qkm ausmachen und 20,2 Millionen Einwohner zählen. Diese Landmassen verteilen sich auf ein Gebiet von 80 Millionen qkm und damit auf eine doppelt so große Fläche, wie sie Asien einnimmt.

Die isolierte Lage Australiens ist erdgeschichtlich gesehen jüngerem Datums. Bis zum Ausgang der Tertiärzeit bestand eine Landverbindung zwischen Australien und dem asiatischen Kontinent. Sie wurde erst durch heute noch nicht erforschte gewaltige erdgeschichtliche Ereignisse im Bereich der indonesischen Inselwelt unterbrochen. Als der Mensch sein Gestirn schon längst kreuz und quer erforscht hatte, sprach man immer noch von einer „Terra australis incognita“, von einem unentdeckten und unerforschten „Südland“, an dessen Küsten vielleicht schon hin und wieder Seefahrer gelandet und gestrandet waren, ohne zu wissen, daß sie sich am Gestade eines unbekannten Erdteils befanden. Erst im 17. und 18. Jahrhundert brachten niederländische und britische

Seefahrer die Kunde von einem neuen Kontinent und einer fremdartigen Inselwelt auf der anderen Hälfte der Erdkugel heim. Das mutet um so seltsamer an, als schon in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts auf französischen Karten die Küstenumrisse Nord- und Westaustraliens erschienen, die der provençalische Seefahrer Guillaume le Testu entdeckt hatte, und die erste genauere Nachricht über Australien kann man bereits in der *Descriptionis Ptolemaicae Augmentum* des Cornelius Wytfliet aus dem Jahre 1598 lesen: „Die Australis Terra ist das südlichste aller Lande; von Neu-Guinea ist es nur durch eine schmale Straße geschieden. Die Küsten sind nur wenig bekannt; nach einer Reise und einer zweiten hat man diese Fahrt aufgegeben; selten wird diese Gegend besucht; es sei denn, daß Stürme Seefahrer an diese Gestade verschlagen. Die Terra Australis beginnt ein bis zwei Grad südwärts vom Gleicher; etliche meinen, daß sie eine derartige Größe hat, daß man sie nach einer gründlichen Durchforschung wohl als einen südlichen Erdteil betrachten darf.“ Diese wichtige Mitteilung scheint damals übersehen worden zu sein. Erst von 1770 an, als James Cook mit seiner „*Endeavour*“ in der Botany Bay an der Ostküste in der Nähe des heutigen Sydney landete, begann die systematische Erforschung Australiens, und bis 1802 konnten dann die gesamten Küstenumrisse festgehalten werden. Die Erforschung des größtenteils menschenfeindlichen Innern ging nur sehr zögernd vor sich. Seit jenem historischen 28. April 1770, als Cook in der Botany Bay die britische Flagge hißte, blieb Australien britischer Besitz, ehe es 1901 als Bundesstaat selbständiges *Dominium des Britischen Commonwealth* wurde. Die systematische Besiedlung und Erschließung erfolgte durch Europäer, und zwar war die erste europäische Siedlung die britische Sträflingskolonie Port Jackson, aus der sich später Neusüdwales, die Mutterkolonie der Staaten Queensland, Victoria und Tasmanien, entwickelte.

Entscheidend für das Schicksal und die Entwicklung Australiens ist, daß dieser Erdteil auf der vorwiegend von Wasser bedeckten südlichen Halbkugel der Erde die einzige größere Landmasse darstellt und damit eine insulare Lage hat, die ihn von allen Seiten nur nach längerer See- oder Flugreise erreichbar macht. Zu allem Überfluß kam Australien von Anfang an in den Ruf, nur ein Kontinent mit recht begrenzten Entwicklungsmöglichkeiten zu sein. Daran sind in erster Linie die höchst ungünstigen klimatischen Verhältnisse schuld. Die Lage Australiens beiderseits des südlichen Wendekreises ist an und für sich schon eine Ursache für seine dürftige Vegetation; es fehlt eben die notwendige Regenmenge. Das die Ostküste des Kontinents säumende Australische Scheidegebirge verhindert zudem das Eindringen der vom Südostpassat herangetragenen Feuchtigkeit ins Landesinnere. Die günstigsten klimatischen Verhältnisse finden sich darum auch im Südosten, während der tropische Norden trotz seiner im Sommer beachtlichen Regenmengen und der im Winterregengebiet gelegene Südwesten wesentlich geringere Lebensmöglichkeiten aufweisen. Die größte Fläche Australiens ist ausgesprochen pflanzenarm bis wüstenhaft. Wenn auch die eigentliche australische Wüste nicht sehr ausgedehnt ist, so hat doch der sogenannte „*Scrub*“, das mit Stachelschwein gras, Hartlaub- und Dorngebüsch bedeckte trockene Innere Australiens, kaum größeren Nutzwert. Dieser kargen Naturausstattung, zu der sich eine gleichsam aus der Tertiärzeit als Fossilien erhalten gebliebene Tierwelt und eine merkwürdige, in der Steinzeit verharrende Urbevölkerung gesellen, hat sich der in Australien allein herrschende weiße Mensch, der überwiegend britischer Abstammung ist, anpassen müssen. Es wurde ihm nicht leicht gemacht, hier Fuß zu fassen. Es kostete harte Arbeit, und ungeheure Schwierigkeiten waren zu überwinden, ehe man die Natur bezwungen hatte. Alle Kulturgewächse und Haustiere mußten erst eingeführt und akklimatisiert werden. In den letzten Jahrzehnten ist der Südosten als Weizen- und Obstausfuhrland sowie als Rinderzuchtgebiet immer wichtiger geworden. Der tropische Nordosten erzeugt Rohrzucker, während die Savannen im angrenzenden Innern das schafreichste Land der Erde sind. Es bestehen alle Aussichten dafür, daß der energisch aufgenommene Kampf gegen die Trockenheit durch Bohren artesischer Brunnen den australischen Lebensraum allmählich erweitern wird. Schon heute kann sich Australien, das noch immer menschenarm und stark untervölkert ist, des hohen Lebensstandards seiner Bevölkerung rühmen und den Titel eines „sozialen Erdteils“ für sich in Anspruch nehmen.

Schon ein flüchtiger Blick auf die Karte zeigt, daß der australische Kontinent mit seiner Geschlossenheit und Größe im Gegensatz zu dem im Norden und Osten anschließenden unübersehbaren Gewirr von Inseln und Inselgruppen steht. Eine sich über viele Tausende von Kilometern erstreck-

kende Inseln verrät in ihrer Anordnung, daß hier mächtige Kettengebirge vom Meeresgrund aufragen. Die Tätigkeit unterirdischer Kräfte ist auch heute noch ungebrochen; ständig versinken Inseln, und neues Land steigt aus den Fluten. Künder dieser ewigen Unruhe unter der Erdkruste sind die zahlreichen Vulkane, die sich überall dort häufen, wo die Neubildungen und Umformungen an der Erdoberfläche besonders augenfällig werden. Man hat Ozeanien, wie die Pazifische Inselwelt genannt wird, in drei große Gruppen eingeteilt. Das Inselgewirr im Nordosten von Australien, der innere Halbkreis um den Kontinent herum, wird Melanesien genannt; zu ihm gehört auch das bis in die Gegenwart hinein kaum entwickelte Neuguinea. Die dieser Gruppe nach außen hin vorgelagerten Inselkomplexe sind unter den geographischen Begriffen Mikronesien und Polynesianen zusammengefaßt. Eine Sonderstellung nimmt das wie Australien von Weißen besiedelte Neuseeland ein, das schon in die gemäßigte Westwindzone der südlichen Breiten hineinragt. Mit seinen Hochgebirgen, Fjorden und Vulkanen gehört es zu den anziehendsten Landschaften der Erde.

Die Inselwelt der Südsee ist stets mit einem romantischen Zauber umgeben gewesen. Die Wirklichkeit hat jedoch von jeher anders ausgesehen. Oft wurden die Inseln von Abenteurern, Menschenjägern und Geschäftemachern heimgesucht. Für die Eingeborenen hat sich die Berührung mit der westlichen Zivilisation als höchst verhängnisvoll erwiesen, denn Alkohol, Rauschgifte und Krankheiten haben erschreckend unter ihnen aufgeräumt, auf manchen Inseln ist die Urbevölkerung um neunzig Prozent zurückgegangen. Aber die malerische Schönheit der Palmenküsten und das für die Menschen ideale Klima haben der Südsee bis auf den heutigen Tag den Ruf einer paradiesischen Landschaft bewahrt.

Afrika

Der afrikanische Kontinent ist mit 30,2 Millionen qkm der zweitgrößte Erdteil, der jedoch mit 339 Millionen Bewohnern nur mäßig bevölkert ist; weite Gebiete – Wüste, Steppe oder Urwald im Innern des Erdteils – sind menschenfeindlich, so daß sich die Besiedlung überwiegend auf die Randgebiete und Hochländer beschränkt. Obwohl die nordafrikanische Küste das Mittelmeer im Süden begrenzt und durch die Nachbarschaft zu den großen antiken Kulturzentren schon vor Jahrtausenden geschichtlich und kulturgeschichtlich in den eine Einheit bildenden Mittelmeerraum einbezogen wurde, blieb Afrika selbst bis ins vorige Jahrhundert der „dunkle“, unentdeckte, geheimnisvolle Erdteil. Der fast zweitausend Kilometer breite Wüstengürtel, der Afrika vom Atlantischen Ozean bis zum Roten Meer durchzieht und sich darüber hinaus nach Vorderasien fortsetzt, war für das Vordringen nach Süden lange Zeit ein unüberwindliches Hindernis. Einzelte Vorstöße das Niltal aufwärts und von Osten her nach den Goldländern im Südosten Afrikas waren mehr Abenteuer als ernste Erforschung; diese Taten versanken rasch in Sage und Mythos, und die Stürme der Völkerwanderung und das Vordringen des Islams in Nordafrika verschütteten im Abendland die im Altertum bereits vorhanden gewesen geographischen Kenntnisse über Afrika. Hinzu kam noch, daß dieser Kontinent ähnlich wie Australien kaum durch Buchten, Halbinseln und Inseln gegliedert ist und seine Küsten wenig zugänglich sind; oft entbehren sie auf Tausenden von Kilometern eines guten Naturhafens. Zudem ist das Binnenland meist durch hohe Randgebirge oder durch Randschwellen von den Meeren abgesperrt; die großen Flüsse haben häufig kurz vor ihrer Mündung Stromschnellen, die eine durchgehende Schifffahrt ins Landesinnere unmöglich machen. So blieb die Besiedlung durch hellhäutige Rassen von Anfang an auf die Gestadeländer des Mittelmeeres beschränkt, und die phönikischen, griechischen und römischen Kolonien fanden ihr Ende, als die Mutterländer an Einfluß und Bedeutung verloren. Die kühnen Seefahrer des Entdeckungszeitalters aber hatten ganz andere Ziele. Sie strebten nach Indien und Amerika, und als 1485 Diego Cão die Kongomündung entdeckte, war das mehr ein Zufall. Die schwer zugänglichen afrikanischen Küsten übten auch danach keinen sonderlichen Reiz aus, zumal man als einzige lohnende Handelsgüter des Schwarzen Erdteils lange Zeit nur das weiße und das „schwarze“ Elfenbein, die Sklaven, kannte.

Genaugenommen ist Afrika erst im vorigen Jahrhundert entdeckt worden. Das geschah, als der koloniale Ehrgeiz der Mächte, nach den spanischen und portugiesischen Eroberungen in Mittel- und Südamerika, erneut erwachte. In Afrika lagen noch riesige unerforschte Gebiete dem Zugriff offen, zumal die eingeborene Bevölkerung den Eroberern keinen ernsthaften Widerstand zu leisten vermochte. Die Fertigstellung des Suezkanals erweiterte den Einflußbereich der Mächte auch auf die Ostküste, und so wurde Afrika der koloniale Erdteil. Die weiße Rasse war natürlich vor allem auf die Erschließung neuer Rohstoffgebiete bedacht, aber die Verwaltung der Kolonien unter europäischer Führung hatte auch viel Gutes im Gefolge: Die kriegerischen Auseinandersetzungen der Eingeborenen untereinander hörten auf, das Innere des Kontinents wurde mehr und mehr zugänglich gemacht, der Kampf gegen verheerende Seuchen wurde erfolgreich betrieben, Handel und Wandel kamen in geordnete Bahnen. Der bis dahin stagnierende Erdteil geriet in Bewegung; heute ist Afrika erwacht, und das Streben der Eingeborenen nach Selbständigkeit oder Mitbeteiligung an Regierung und Verwaltung hat das politische Leben des Kontinents entscheidend verändert.

Die Oberflächenformen des Erdteils sind durch große Einförmigkeit gekennzeichnet. Erdgeschichtlich gesehen ist Afrika ein alter, greisenhafter Kontinent. Fast in seiner ganzen Ausdehnung bildet eine starre Masse aus ältesten kristallinen Gesteinen den Sockel des Erdteils. In weiten Gebieten, wie in der Sahara, im Kongobecken und in Südafrika, liegen über dieser Masse jüngere Schichtgesteine, die aber waagerecht gelagert sind, woraus zu schließen ist, daß hier seit Millionen von Jahren keine Bewegung der Erdrinde stattgefunden hat. Lediglich in den Atlasländern und in Südafrika erheben sich Gebirgsketten über der Tafellandschaft, und nicht weit von der Ostküste Afrikas ist die alte Masse in nord-südlicher Richtung auseinandergebrochen: es entstand der scharf eingesenkte mächtige Ostafrikanische Graben, der an seinen tiefsten Stellen ganz im Norden vom Roten Meer, weiter nach Süden von den Wassern des Albert-, Tanganjika- und Njassasees ausgefüllt wurde. An den Grabenrändern brachen ausgedehnte vulkanische Massen hervor, denen unter anderem das Hochland von Äthiopien seine Entstehung verdankt.

Auf dem ganzen übrigen Kontinent sind das Hauptmerkmal der Landschaft endlose Hochflächen mit Einzelbergen, die ihr Gepräge durch Klima und Pflanzenkleid erhalten. In der feuchtheißen Treibhausschwüle beiderseits des Äquators gedeiht der tropische Regenwald in üppiger Fülle. Im Norden und Süden dieses Urwaldgürtels findet man offenes Grasland mit Bäumen oder Gehölzen, je nach dem Grade der Trockenheit. Dieses Savannenland mit noch immer reicher Tierwelt, stellenweise stärkerer Besiedlung durch die Neger, mit Viehweiden und Ackerböden ist die eigentliche afrikanische Landschaft. Sie geht allmählich in die Wüste über. Diese dritte Landschaftsform des Erdteils bildete sich, als nach der eiszeitlichen Regenperiode, deren Spuren noch überall erkennbar sind, der Pflanzenwuchs in diesen Gebieten zurückging und auf weiten Strecken gänzlich verdorrte. Eine einzigartige Sonderstellung inmitten einer völlig sterilen Wüste nimmt die große Stromoase am Nil ein; als Geburtsstätte einer der bedeutendsten Hochkulturen in der Frühgeschichte ist sie zu allen Zeiten bewundert worden. Hier in Ägypten wird in eindrucksvoller Weise gezeigt, daß das Wasser das wichtigste Lebenselement ist und daß ohne Wasser der Tod herrscht. Der Nil, mit 6671 km der längste Strom der Erde, erhält seine gewaltigen Wassermassen aus dem Hochland von Äthiopien und durchströmt auf seinem langen Wege zum Mittelmeer halb Afrika. Auch der Kongo und der Niger in Westafrika sind mächtige Ströme. Bei richtiger Ausnutzung ihres Wasserreichtums könnten sie weite Gebiete bewässern und obendrein durch Erzeugung elektrischer Energie für die wirtschaftliche Entwicklung des Erdteils von größter Bedeutung werden. Vorerst sind in Afrika noch immer unabsehbar große Wirtschafts- und Siedlungsräume zu erschließen. Wie weit das gelingen wird, hängt in erster Linie davon ab, ob eine Verständigung der Weltmächte untereinander und eine sinnvolle Eingliederung dieses Erdteils in die Weltwirtschaft erreicht werden können.

Nordamerika

Auf dem Erdglobus erscheint der Doppelkontinent Amerika wie eine fast von Pol zu Pol reichende gewaltige Barriere, durch die der Atlantik und der Pazifik voneinander getrennt werden. Dieser Teil unserer Erde ist uns erst in neuerer Zeit, durch die Entdeckungsfahrten von Christoph Kolumbus und seiner Nachfolger, bekannt geworden. Darum sprechen wir von der „Neuen Welt“. Daß diese nicht den Namen seines Entdeckers erhielt, sondern nach Amerigo Vespucci, einem Zeitgenossen des Genuesers, benannt wurde, ist eine Ungerechtigkeit der Weltgeschichte, aber damit zu erklären, daß erst durch die Entdeckungsreisen Vespuccis nach Brasilien die gewaltige Ausdehnung der neuentdeckten Ländermassen westlich von der Alten Welt bekannt wurde.

Wir teilen heute den Doppelkontinent in Nord- und Südamerika und damit in zwei Erdteile, obwohl sie durch die mittelamerikanische Landbrücke miteinander verbunden sind. Er liegt auf dem Erdglobus völlig isoliert im Weltmeer; lediglich an der Beringstraße kommt er Asien bis auf 35 km nahe. Trotz seiner gewaltigen Längserstreckung von über 18000 km ist er mit 42 Millionen qkm kleiner als der asiatische Kontinent, und auch mit 487 Millionen Einwohnern bleibt er beträchtlich hinter dem größten Erdteil Asien zurück.

Die Zwillingssnatur der beiden Erdteile zeigt sich nicht nur in den einander verblüffend ähnlichen Dreiecksumrissen, sondern auch im Bau und in der geologischen Struktur. Im Osten finden sich in beiden Hälften alte Mittelgebirge oder Hochländer, die Mitte bilden ausgedehnte Ebenen, und den Westen durchziehen als Rückgrat auf der ganzen Länge junge Hochgebirge. Ähnliche Parallelen weisen die Stromsysteme auf: der Verlauf der Hochgebirgsketten entlang den Westküsten zwingt die Hauptwassermassen zum Abfluß nach Osten.

Nordamerika ist mehr als doppelt so groß wie Europa, zählt aber mit etwas über 300 Millionen Bewohnern kaum die Hälfte der Bevölkerung der „Alten Welt“. Die Form dieses Kontinents ist sehr einprägsam: Er beginnt im Norden in großer Breite und wird nach Süden zu immer schmäler. Am Rande des Nordpolarmees wird er von einer reichgliederten arktischen Inselwelt gesäumt. Der ganze Westen erhält sein Gepräge durch die nordamerikanische Kordillere und ihre Parallelketten. Das Gegenstück zu diesem jungen Faltengebirge bilden im Osten des Erdteils die abgerundeten Formen der Appalachen, die von den Südstaaten Alabama und Georgia in einer Länge von 2600 km bis nach Neufundland reichen. Sie haben im allgemeinen Mittelgebirgshöhe und erreichen nur im Alleghenygebirge etwas über 2000 m. Zwischen diesen flankierenden Gebirgsformationen erstreckt sich ein weites Tafelland, das nach Norden gegen das Eismeer hin ebenso offen liegt wie zum Golf von Mexiko. Dieser sowohl großzügige wie einförmige Bau des nordamerikanischen Kontinents bestimmt sein Klima. Vom arktischen Tundrenklima bis zu den immerfeuchten Tropen der mittelamerikanischen Landbrücke sind alle Klimaformen der Erde streng zonal geordnet vertreten. Im Norden erstreckt sich von Alaska bis Neufundland die baumlose Tundra. Daran schließt sich nach Süden, gleichsam als Fortsetzung der sibirischen Taiga, der nordische Nadelwaldgürtel mit seiner an Bären, Silberfüchsen, Stinktieren, Luchsen und Nerzen reichen Tierwelt. Zwischen Mississippi und Pazifik herrscht die offene Landschaft vor: die Prärie mit Gräsern und Kräutern, fast kahle Trockensteppen und vereinzelte Wüstenstreifen. Nur zum geringsten Teil ist Nordamerika heute noch Urlandschaft, vor allem im unwirtlichen Norden und in den Naturschutzgebieten der Gebirgstäler. Alles übrige bietet sich als das Werk des wirtschaftenden Menschen dar, und zwar hier – wie sonst nirgendwo in diesem Ausmaß – der Einwanderer. Wer das Phänomen Nordamerika richtig beurteilen will, darf nicht vergessen, daß sein heutiges Gesicht ausschließlich das Werk der europäischen Menschen ist, die seit der Landung der „Mayflower“ im Jahre 1620 aus einem menschenarmen, von nur wenigen Millionen Indianern besiedelten Riesengebiet den zukunftsreichsten aller Erdteile gemacht haben. Die Bevölkerung Nordamerikas besteht heute zu 80% aus Weißen, das Ergebnis der größten Völkerwanderung in der Weltgeschichte. In schwerem Kampf mit Hitze und Kälte, mit dem Urwald, wilden Tieren und den ihre Freiheit verteidigenden Indianern eroberten sich die Pioniere Fuß für Fuß ihren neuen Lebensraum.

Die Auseinandersetzungen der kolonisierenden Volksgruppen mit den europäischen Mutterländern und untereinander – beispielsweise um die Frage der Negersklaven – führten zu der heutigen politischen Gliederung. Grönland ist jetzt ein gleichberechtigter Bestandteil des Königreiches

Dänemark. Der Raum Kanadas mit seinen zahllosen Seen, gletschergeschliffenen Felsen, steinigen und fruchtbaren Moränen, mit seinen strengen Wintern ist dennoch durch seinen großen Prärieanteil zum ersten Weizenausfuhrland der Erde und zum größten Papiererzeuger geworden; es besitzt große Bodenschätze, Wasserkräfte und fischreiche Ozeanküsten. Die heute 50 Staaten umfassenden USA konnten ihre Bewohner mit Umsicht und nie erlahmendem Fleiß zur höchstentwickelten Wirtschaftsmacht des Erdballs aufbauen. Mit genügend fruchtbarem Boden, großen Schätzen an Öl, Kohle und Erzen, einer verkehrspolitisch ungemein günstigen Lage an den zwei wichtigsten Ozeanen stellen sie wirklich das Land der unbegrenzten Möglichkeiten dar. Sobald man die Grenze nach Süden überschreitet, kommt man in eine andere Welt. Hier beginnt Iberoamerika, das Gebiet ehemaliger spanischer Kolonien. Lediglich in Mexiko konnte sich nach der Loslösung vom Mutterland ein großes Staatswesen bilden und erhalten. Im übrigen ist in Mittelamerika und auf der Inselwelt Westindiens eine starke politische Zersplitterung eingetreten, die einer konstruktiven politischen Entwicklung und der vollen Entfaltung der Wirtschaftskräfte hinderlich ist.

Südamerika

Im Gegensatz zu Nordamerika liegt der südamerikanische Kontinent mit seiner größten Landmasse im Bereich der Tropen und Subtropen. Der Äquator verläuft durch den nördlichen Teil Südamerikas von dem nach ihm benannten Ecuador bis zur Amazonasmündung, der südliche Wendekreis von Antofagasta in Nordchile bis São Paulo an der brasilianischen Atlantikküste. Der an den Küsten wenig gegliederte Erdteil ist 17,8 Millionen qkm groß und beherbergt 181 Millionen Menschen, eine Zahl, die zu seinem wahren Fassungsvermögen in gar keinem Verhältnis steht, wenn auch die Berechnungen übertrieben zu sein scheinen, nach denen dieser Erdteil die gesamte Menschheit ernähren könnte.

Gegenüber seinem Zwillingskontinent ist Südamerika weit nach Osten vorgeschoben. Seine westlichsten Küstengebiete liegen auf dem gleichen Meridian wie Florida, während seine Ostspitze nicht weit von dem Meridian entfernt ist, der die Kapverdischen Inseln schneidet. So nähert sich die Ostküste des Erdteils bis auf 3000 km dem afrikanischen Gegengestade und damit der Alten Welt. Dennoch konnte die Küstennähe Afrikas für Südamerika niemals die Bedeutung erlangen wie die europäischen und asiatischen Gegenküsten für Nordamerika. Viel wichtiger für die geschichtliche und wirtschaftliche Entwicklung wurde die Nähe Nordamerikas, dessen politische Machtfülle und wirtschaftliche Kraft für die iberoamerikanischen Staaten noch von großer Bedeutung sein werden.

Wie Nordamerika so ist auch Südamerika als ein selbständiger Urkontinent entstanden; der gesamte Osten erweist sich darum als eine gewaltige starre Masse aus ältesten Graniten und Gneisen. Die Tiefenzone des Amazonasstromes trennt das nördliche Massiv von Guayana von dem südlichen Brasilianischen Massiv ab, und beide sind durch Beckenlandschaften mit jüngeren Auffüllungen von dem jungen Faltengebirge der Anden abgetrennt, im Norden durch das Orinoco-, im Süden durch das La-Plata-Becken. Diese drei Becken geben den Strömen, nach denen sie benannt sind, die Möglichkeit, die Gewässer eines riesigen Einzugsgebietes zu sammeln, so daß das Stromgebiet des Amazonas mit mehr als 6 Millionen qkm das bei weitem größte aller Stromgebiete der Erde ist. Die sich längs der Pazifikküste entlangziehenden Anden oder Kordillern sind mit 8000 km das längste Gebirge auf unserem Planeten; sie reichen von Mittelamerika bis nach Feuerland an der äußersten Südspitze des Kontinents. Dieses gewaltige Gebirge besteht aus annähernd parallel laufenden Gebirgsketten, die mit dem 6958 m hohen Aconcagua fast Himalaja-Höhen erreichen. Sie schließen mehr als 3000 m über dem Meeresspiegel gelegene Hochländer ein, in denen die alten Kulturen der Inkas in Peru und der Chibcha in Kolumbien entstanden und wo heute noch die Indianer die Hauptmasse der Bevölkerung bilden.

Da nur ein geringer Teil des Kontinents jenseits des südlichen 40. Breitengrades in die gemäßigte Zone ragt, ist der Hauptteil tropisch und subtropisch warm. Unter dem Passatgürtel der nördlichen Küstengebiete gibt es zwar noch trockene Hügelländer und Grasebenen, aber in den

Andenkette und vor allem im Amazonasbecken wuchert üppigster Pflanzenwuchs. Die dauernd feuchtheiße Ebene bedeckt das größte tropische Regenwaldgebiet der Erde. Hier dehnt sich schier unendlich menschenfeindlicher Urwald, dessen Erforschung größte Schwierigkeiten bereitet. Weiter südlich, wo die Sommerregen vorherrschen, lichtet sich der Wald allmählich zu den weiten Savannen im Innern Brasiliens; erst im Bereich aufsteigender Passate deckt nochmals immergrüner Wald die küstennahen Gebirgsketten. Die ausgedehnten offenen Landschaften sind ein zukunftsträchtiges Gebiet. Da dieses auch mit Bodenschätzen außerordentlich reich ausgestattet ist, befindet es sich auf dem Wege zu einer immer intensiveren Wirtschaft. Ein äußeres, aber sehr kennzeichnendes Merkmal dieses Aufstiegs sind die schnell wachsenden, höchst modernen Großstädte mit ihren Wolkenkratzern und prächtigen Avenidas.

In dem bereits kühleren Klima Argentiniens ist durch besonders starke europäische Einwanderung die südamerikanische Wirtschaft zuerst intensiviert worden. Die Pampa, einst eine unübersehbar weite, einförmige Ebene, wird heute für Garten- und Ackerbau weitgehend genutzt und ist nur noch in Küstenferne Weidegebiet. Die ebene Landschaft erleichtert den Bau von Eisenbahnlinien und Straßen, und so konnten die La-Plata-Häfen zu bedeutenden Umschlagplätzen für zahlreiche auf dem Weltmarkt begehrte Erzeugnisse des Landes werden. Mit Buenos Aires erwuchs innerhalb weniger Jahrzehnte die größte Stadt der ganzen südlichen Halbkugel.

An den Kordilleren haben sieben der insgesamt zehn südamerikanischen Staaten Anteil; von ihnen kann man sechs als ausgesprochene Kordilleren-Staaten bezeichnen. Diese und vor allem die äquatornahen Länder werden durch den scharfen Gegensatz zwischen den kühlen Hochländern und den feuchtheißen oder wüstenhaft trockenen Tiefländern an der Küste und im Osten der Anden gekennzeichnet. Es mag überraschen, daß die Südspitze des südamerikanischen Kontinents in einer auf der nördlichen Halbkugel etwa Kopenhagen entsprechenden Breitenlage bereits das Ende der bewohnten Welt erreicht. Die Erklärung ist darin zu sehen, daß in diesem Gebiet die Einwirkung einer Meeresströmung fehlt, die wie der Golfstrom für Europa von gar nicht abzuschätzendem segensreichem Einfluß ist. Hier wirkt sich im Gegenteil die Nähe des „siebenten Kontinents“ aus, wie man neuerdings die Landmasse um den Südpol mit ihren Hochflächen, Gebirgsketten und vulkanischen Einzelbergen nennt. Über der Antarktis liegt eine mehrere tausend Meter dicke Eisdecke, als letzter großartiger Rest einer diluvialen Vereisung, die langsam, aber unaufhörlich abschmilzt. Die Forschung bemüht sich in stetem opfervollem Einsatz um die wissenschaftliche Erforschung und wirtschaftliche Erschließung dieses mächtigen Gebietes, und die Zeit scheint nicht mehr fern, da hier für die Menschheit neue Rohstoffquellen größten Ausmaßes erschlossen werden.

Die Länder und Staaten auf der Erde von A bis Z

Abessinien → Äthiopien

Afghanistan (Asien), unabhängiges Königreich zwischen dem Iran und Pakistan, mit 650 000 qkm und 18,3 Millionen Einwohnern. Wichtige Städte: Kabul (Hauptstadt) mit 499 000 Einwohnern, Kandahar, Herat, Mazar-i-Scharif. Die Großgliederung zeigt drei Landschaften: das Hindukusch-Gebirge im Nordosten, Afghanistanisch-Turkestan im Norden und das Hochland im Süden. Die Bevölkerung ernährt sich vorwiegend von Viehwirtschaft und Ackerbau mit z.T. künstlicher Bewässerung (Getreide, Wein, Obst, Baumwolle). Bodenschätze: Gold, Blei- und Chromerze, Erdgas und Erdöl, Kohle und Edelsteine. Ansätze einer eigenen Industrie, vorwiegend Textilfabriken, Teppichknüpfereien.

Ägypten (Afrika), früher Königreich, seit 1953 Republik und von 1971 bis 1974 zusammen mit Libyen und Syrien Mitglied der „Union arabischer Republiken“. 1 002 000 qkm und 35,4 Millionen Einwohner, in der Hauptsache Fellachen (Fellah = Ackerbauer). Hauptstadt Kairo, mit 5 Millionen Einwohnern die größte Stadt Afrikas. Das für die Existenz des Landes wichtigste Gebiet sind der durch Schlammablagerungen des Nils überaus fruchtbare Landstreifen links und rechts des Stroms und vor allem das sich nördlich von Kairo erstreckende große Nildelta. Obwohl nur 3,5% der gesamten Fläche des Landes landwirtschaftlich nutzbar sind, leben über zwei Drittel der Bevölkerung von Ackerbau und Viehzucht. Wichtigste Kulturpflanzen: Baumwolle, Weizen, Mais, Reis, Ölfrüchte, Zwiebeln. Aber auch die Industrie entwickelt sich allmählich: Erdöl, Phosphate, Textilerzeugnisse, sogar Anfänge einer Schwerindustrie. Für das Land von großer Bedeutung ist der 1970 vollendete Bau des Nilhochdammes oder Assuan-Hochdammes mit dem Ziel der Gewinnung großer Energiemengen und neuer Bewässerungsflächen.

Albanien (Europa), kommunistische Volksrepublik an der Westküste der Balkanhalbinsel, mit 28 748 qkm und 2,3 Millionen Ein-

wohnern. Hauptstadt Tirana mit 170 000 Einwohnern, Hafen Durazzo (Durrës). Waldreich. Bodenschätze: Eisen, Chrom, Kupfer, Nickel, Braunkohle, Erdöl, Bitumen. Acker- und Gartenbau, vor allem Mais, Weizen, Wein, Tabak, Oliven. Bedeutende Viehzucht.

Algerien (Nordafrika), einstiges französisches Nebenland, heute Republik mit 2,4 Millionen qkm und 15,8 Millionen Einwohnern, vorwiegend Arabern und Berbern. Hauptstadt Algier mit 1,8 Millionen. Das Landschaftsbild wird vom Atlasgebirge beherrscht. An der Küste und nach Süden bis zum Kleinen oder Tell-atlas mittelmeeerisches Klima, in der algerischen Sahara Wüstenklima. Reiche Bodenschätze, vor allem Eisen, Phosphate, Kupfer, Antimon, Blei, Zink, Steinkohle, Erdöl. Rasche Industrialisierung: Stahlerzeugung, Raffinerien, chemische Fabriken, Nahrungsmittelindustrie. Getreide- und Weinbau, Oliven, Datteln, Feigen, Tabak, Alfagras, Kork.

Andorra (Europa), Freistaat in den Ostpyrenäen unter spanisch-französischem Schutz, mit 453 qkm und 19 000 Einwohnern, ausschließlich Katalanen. Hauptort Andorra la Vella. Die Unabhängigkeit wurde schon durch einen Freibrief Karls des Großen begründet. Weidewirtschaft und Fremdenverkehr.

Angola (Afrika), ehemalige portugiesische Provinz mit 1,5 Millionen qkm und 5,8 Millionen Einwohnern, vorwiegend Bantunegern, aber auch 200 000 meist portugiesischen Europäern. Seit 1976 unabhängig. Nach heftigen Kämpfen Volksrepublik unter der Führung der prokommunistischen Freiheitsbewegung MPLA. Hauptstadt (Sao Paulo de) Luanda mit 475 000 Einwohnern. Überwiegend tropisches Hochland. Eingeborenen-Landwirtschaft und europäische Pflanzungen: Kaffee, Baumwolle, Sisal, Palmöl, Kakao, Zuckerrohr, im Süden ausgedehnte Rinderzucht. Im Nordosten reiche Diamantenvorkommen, ferner Mangan, Kupfer, Eisen, Erdöl.

Arabien → Union arabischer Emirate

Argentinien (Südamerika), Republik mit 2,8 Millionen qkm und 24 Millionen Einwohnern,

von denen 90% Weiße vorwiegend spanischer und italienischer Herkunft sind; 200000 Deutsche. Hauptstadt Buenos Aires mit 3,5 Millionen, mit Vororten 8,5 Millionen Einwohnern. Andere wichtige Großstädte: Rosario (810800), Córdoba (799000), La Plata (506000), Mendoza (471000). Unterschiedliche Bodenformen: im Westen die mächtigen Anden, im Süden das Tafelland Ostpatagonien, im Innern die baumlose Ebene der Pampa, im Norden das unerschlossene Gras-, Sumpf- und Waldland des Chaco, im Nordosten das Zwischenstromland zwischen Uruguay und Paraná. Das Klima ist kontinental-gemäßigt und subtropisch, im allgemeinen mit geringen Niederschlägen, von Osten nach Westen abnehmend. Die Landwirtschaft ist beherrschend; vorwiegend Weizen und Mais, Ölfrüchte, ferner Reis, Roggen, Hafer, Baumwolle, Zuckerrohr, Trauben. Sehr bedeutende Viehzucht: Rinder, Schafe, Schweine, Pferde. Unter den geringen Bodenschätzen überwiegen Kohle, Erdöl, Blei, Zinn, Silber, Schwefel, die zum großen Teil im Lande industriell verarbeitet werden. Neuerdings auch Eisenindustrie, Maschinen- und Fahrzeugbau.

Armenien, Landschaft in Vorderasien, größtenteils zur Türkei, mit dem Rest zur Sowjetunion und zum Iran gehörig. Die Bevölkerung besteht aus Armeniern, Kurden und Turkmenen. Steppenhaftes Hochland mit großen Bergen vulkanischen Ursprungs (Ararat 5165 m). Kontinentales Klima mit heißen Sommern und strengen Wintern. Ackerbau überwiegt: Getreide, Baumwolle, Wein, Obst, Reis; aber auch Vieh- und Seidenraupenzucht. Geringe Industrie, auf Kupfervorkommen beruhend.

Äthiopien = Abessinien (Afrika), arab. Habesch. Bis zum Militärputsch 1974 Kaiserreich mit absolutistischer Monarchie. Mit dem um seine Selbständigkeit kämpfenden Eritrea 1,2 Millionen qkm und 26 Millionen Einwohner: Äthiopier, Galla, Somali, Danakil, Niloten. Hauptstadt Addis Abeba mit 959000 Einwohnern. Nördlichster Teil des Ostafrikanischen Hochlandes, von Schneebergen überragte Hochflächen, von tiefen Schluchten durchzogenes Tafelland. Tropisches und subtropisches Klima. Reiche Tierwelt mit afrikanischen Großtieren. Haupterwerbszweige sind Viehzucht (Schafe, Rinder, Pferde) und Ackerbau

(Weizen, Gerste, Mais, Hirse, Bananen, Kaffee, Tabak, Baumwolle, Zuckerrohr, Erdnüsse, Gummiarabikum, Pfeffer; in manchen Landstrichen drei bis vier Ernten im Jahr). Bisher wenig genutzte Bodenschätze: Platin, Gold, Seesalz.

Athos = Hagion Oros (Griechenland), autonome Mönchsrepublik auf griechischem Boden, und zwar auf den Ausläufern der Halbinsel Chalkidike, mit 339 qkm und 2500 nur männlichen Einwohnern in 20 Klöstern und 12 Dörfern.

Australien = Commonwealth of Australia, Bundesstaat, unabhängiges Mitglied des Commonwealth of Nations, umfaßt den kleinsten und am dünnsten bevölkerten Erdteil und die Insel Tasmanien mit insgesamt 7,7 Millionen qkm und 13,1 Millionen Einwohnern, größtenteils britischer Abstammung. Von den Ureinwohnern leben nur noch 50000. Die überwiegende australische Tafellandschaft ist wenig gegliedert: Wüste und Steppe im Innern, am West- und Ostrand Kettengebirge, im Osten und Süden beherrschend das Australische Scheidegebirge. Klima tropisch bis gemäßigt, im Landesinnern ausgesprochenes Wüstenklima. Die Hauptstadt ist Canberra (mit 160000 Einwohnern), andere große Städte wie Sydney (2,8 Millionen), Melbourne (2,5), Brisbane (868000), Adelaide (843000) und Perth (703000) nur an der Küste. Eigenartige, nur durch die völlig isolierte Lage des australischen Erdteils erklärliche Tierwelt. Moderne, stark mechanisierte, aber extensiv betriebene Landwirtschaft: vorwiegend Anbau von Weizen, aber auch Hafer, Gerste, Mais, Zuckerrohr, Obst und Wein. Australien ist der größte Wollproduzent der Erde. Daneben Rinderzucht, Schweinehaltung in Farmbetrieben, Kleintierzucht und Imkerei. Reiche Bodenschätze: Gold, Silber, Kupfer, Zinn, Blei, Zink, Asbest, Wolfram, Nickel, Kobalt, Bauxit, Uran, Kohle, Erdöl. Starke Industrialisierung.

Bahama-Inseln (Mittelamerika), britische Inselgruppe (Commonwealth of the Bahamas) vor der Küste Floridas, mit 11405 qkm und 190000 Einwohnern, von denen 80% Neger und Mulatten sind. Staatsform: Parlamentarische Monarchie. Zu den Bahamas gehören 30 größere und rund 3000 kleine Inseln, außerdem die Watlingsinsel (San Salvador, Guana-

hani), auf der Kolumbus am 12. 10. 1492 zum ersten Male amerikanischen Boden betrat. Hauptinseln sind Andros, auf der ein schwedischer Millionär 1953 eine für den internationalen Tourismus bestimmte Luxusstadt gründete, ferner Gr.- und Kl.-Abaco, Gr.-Bahama und New Providence. Die Hauptstadt ist Nassau auf der Insel New Providence. Die Bahamas sind weltwirtschaftlich gesehen nicht bedeutend. Anbau von Zuckerrohr, Ananas, Sisal. Wachsender Fremdenverkehr.

Bahrein-Inseln (Arabien), bisher britisches Schutzgebiet und seit 1971 unabhängiges Scheichtum, mit 622 qkm und 230000 Einwohnern. Acht fruchtbare Inseln im Persischen Golf. Hauptstadt Manama mit 89000 Einwohnern. Überwiegend arabische Bevölkerung, aber auch Perser und Briten. Außerordentlich ergiebige Ölquellen, die seit 1932 genutzt werden, sowie Perlenfischerei.

Bangla Desh (früher Ostpakistan), islamische Republik. Das Land, früher der Ostteil von Pakistan, wurde 1971 nach einem Bürgerkrieg und indischer Besetzung selbständig. 142776 qkm mit 71,6 Millionen Einwohnern, fast ausschließlich Bengalen, abgesehen von 1–1,5 Millionen aus Indien geflüchteten Bihari und verschiedenen Gebirgsstämmen. Hauptstadt ist Dacca mit 915000 Einwohnern; weitere große Städte Chittagong mit 458000, Khulna mit 403000, Narayangany mit 389000 Einwohnern. Überwiegend Tiefland an den Unterläufen und im Delta von Ganges und Brahmaputra. Großenteils sumpfig mit tropischem Monsunklima. 82% der erwerbstätigen Bevölkerung sind in der Landwirtschaft beschäftigt. Hauptnahrungsmittel Reis. Weiter werden angebaut: Jute, Zuckerrohr, Baumwolle, Tee und Tabak. Hauptausfuhrsgüter: Jute und Juteprodukte.

Bantustan → Südafrika

Barbados (Mittelamerika), unabhängiger Staat im Britischen Commonwealth, Insel der Kleinen Antillen mit 431 qkm und 240000 Einwohnern, hauptsächlich Neger. Hauptstadt Bridgetown. Ausfuhr von Zucker und Rum.

Belgien (Europa), Königreich, mit 30513 qkm und 9,8 Millionen Einwohnern, von denen

56% Flamen und 32% Wallonen sind; der Rest ist zweisprachig oder deutschsprechend (letztere im Eupener Gebiet). Hauptstadt ist Brüssel mit 1,1 Millionen Einwohnern. Weitere große Städte: Antwerpen (227000), Gent (149000), Lüttich (147000). Belgien wird von drei verschiedenen Landschaftsformen geprägt: von den Ardennen im Osten, vom mittelbelgischen Hügelland und der flandrischen Ebene mit dem Land Kempen und einem Marschstreifen an der Küste. Mit 322 Einwohnern je qkm ist es das dichtestbevölkerte Land Europas. Intensiver Acker-, Gemüse- und Obstbau; bedeutende Viehwirtschaft (Zucht der schweren belgischen Pferde); reiche Steinkohlenlager, die zur Basis einer leistungsfähigen Schwerindustrie von weltwirtschaftlicher Bedeutung wurden: metallverarbeitende Werke, Maschinen- und Schiffbau, chemische und Glasindustrie.

Belize, früher **Britisch-Honduras** (Mittelamerika), britische Kronkolonie mit innerer Selbstverwaltung. 23000 qkm, 120000 Einwohner: Neger, Mestizen, Indianer. Hauptstadt Belize mit 50000 Einwohnern. Das Land ist gebirgig mit feuchtheißem, tropischem Klima. Ausfuhr von Edelhölzern und Südfrüchten, vor allem Bananen.

Bermuda-Inseln (Mittelamerika), britische Kronkolonie mit innerer Autonomie. 54 qkm, 55000 Einwohner, überwiegend Mestizen. Unter den Bermudas versteht man etwa 350 Koralleninseln im Atlantik. Die Hauptstadt ist Hamilton auf Groß-Bermuda (Mainland).

Bhutan (Indien), Fürstentum auf der Südabdachung des östlichen Himalaja mit 17000 qkm und 1 Million Einwohnern, die aus mit den Tibetern verwandten buddhistisch-tibetanischen Volksstämmen bestehen. Die Hauptstadt ist im Sommer Thimbu und im Winter Punakha. Das Bergland ist unfruchtbar; in den Tälern wird Mais-, Weizen- und Reisanbau betrieben.

Biafra → Nigeria

Birma = **Burma** (Asien), unabhängiger Bundesstaat im Nordwesten Hinterindiens mit 678000 qkm und 29,5 Millionen Einwohnern, von denen 3/4 Burmanen palämongolider Rasse



Der Tadsch Mahal bei Agra im indischen Staat Uttar Pradesh, ein Wunderwerk der indischen Baukunst, ist ein Grabmal, das Schah Dschahan für seine 1631 verstorbene Lieblingsfrau Mumtas-mahal errichten ließ



Malierisches Bild eines Markttagcs aus der südlich des Atlas-Gebirges gelegenen Stadt Gardau in Algerien
 ▼ Der Kilimandscharo, 5895 m, der höchste Berg in Afrika, ragt mit seiner schimmernden Firnkappe eindrucksvoll aus der tropischen Dornsavanne empor. Der majestätische Gebirgsstock ist aus drei Vulkanen zusammengewachsen, dem Schura, dem Mawensi und dem Kibo. Die Savanne ist noch reich an afrikanischem Großwild



sind; daneben Karen, Schan, Palaung, Riang u. a., außerdem Inder, Chinesen, Siamesen und Malaier. Hauptstadt Rangun mit 1,9 Millionen Einwohnern. Durch die willkürliche Grenzziehung zwischen den Staaten Hinterindiens reicht Birma vom zentralasiatischen Hochgebirge bis tief in die Malakka-Halbinsel hinein. Von Vorderindien wird Birma durch einen hohen Gebirgswall getrennt; die Grenze nach Osten bildet das Hochplateau des Schan-Staates. Dazwischen erstreckt sich ein vom Irawadi durchflossenes fruchtbares Tiefland. Hauptprodukt der Landwirtschaft ist Reis; mit einer Jahresernte von 8 Millionen Tonnen ist Birma das größte Reis-Überschußgebiet Asiens. Andere landwirtschaftliche Erzeugnisse sind Baumwolle, Sesam, Tabak, Erdnüsse, Zucker und Naturkautschuk. 66,8% der Gesamtfläche sind von Wäldern bedeckt, die auch wertvolle Edelhölzer, wie das Teakholz, liefern. Erdölvorkommen sind für das Land von großer Wichtigkeit geworden; außerdem Vorkommen von Blei, Zink, Zinn, Eisen, Nickel, Kupfer, Wolfram, Antimon, Gold und Silber. Industrie ist wenig entwickelt.

Bolivien (Südamerika), Republik, mit 1 098 581 qkm und 5,3 Millionen Einwohnern, über die Hälfte Hochlandindianer wie die zivilisierten Aymará und Quechua, teils noch unzivilisierte Stämme im Tiefland, sonst Mestizen und Weiße spanischer Abstammung. Hauptstadt La Paz mit 562 000 Einwohnern. Das Land gliedert sich in das Hochland von Bolivien und das östliche, feuchttropische, bewaldete Tiefland, das weit über die Hälfte der gesamten Fläche einnimmt. Das Hochplateau weist einige große Seen, darunter Titicaca und Poopó, ausgedehnte Salzsümpfe und weite Grassteppen und Wüstenflächen auf. Das ungesunde Klima, unwegsame Urwälder und unsichere politische Verhältnisse sind die Gründe dafür, daß die Wirtschaft des Landes noch in den Anfängen steckt. Der Holzreichtum ist kaum genutzt, und die großen Vorkommen an Zinn, Blei, Kupfer, Zink, Wolfram, Antimon, Gold, Silber und Erdöl sind noch längst nicht alle erschlossen. Angebaut werden Getreide, Reis, Zuckerrohr, Baumwolle, Kaffee, Coca. Die Wälder liefern Edelhölzer und Naturkautschuk. Auf dem „Puna“ genannten Hochplateau wird Viehzucht betrieben. Industrie ist kaum vorhanden.

Botswana = Betschuanaland (Afrika), einstiges Schutzgebiet Großbritanniens und seit 1966 selbständige Republik im Britischen Commonwealth, mit 600 372 qkm und 670 000 Einwohnern, hauptsächlich Bantunegern. Regierungssitz ist Gaborone mit 18 000 Einwohnern. Viehzucht, Mais- und Hirseanbau.

Brasilien (Südamerika), Bundesrepublik aus 22 Staaten mit 8,5 Millionen qkm und 102 Millionen Einwohnern. Die alte indianische Bevölkerung (Tupi, Ge, Aruak, Karaiben u. a.) ist stark zusammengeschmolzen. Heute überwiegen die Weißen mit 60%; sie sind größtenteils portugiesischer Herkunft. Im Lande leben etwa eine Million Deutsche oder Menschen deutscher Abstammung, der Rest besteht aus Negern und Mulatten. Die offizielle Hauptstadt ist seit 1960 Brasília, eine in wenigen Jahren, 1120 km von der Küste entfernt, in einer wenig erschlossenen Landschaft erbaute ganz moderne Stadt mit 538 000 Einwohnern. Die größten Städte des Landes sind Rio de Janeiro mit 4,4 Millionen und São Paulo mit 5,2 Millionen Einwohnern. Andere wichtige Städte: Belo Horizonte (1,1), Recife (1), Salvador = Bahia (998 000), Porto Alegre (870 000), Belém (565 000), Fortaleza (520 000), Curitiba (483 000). Die riesige Fläche des Landes gliedert sich in das Bergland von Guayana im Norden, in das weite Schwemmland des Amazonas und das ausgedehnte Bergland im Südosten, das Höhen von fast 3000 m erreicht (Agulhas Negras, 2821 m). Das Land ist von mächtigen Strömen durchzogen: vom Amazonas und seinen zahlreichen Zuflüssen, vom Tocantins, Rio S. Francisco und Paraná. Die großen Möglichkeiten zur wirtschaftlichen Erschließung des Landes können aus Mangel an finanziellen Mitteln und wegen einer verheerenden Inflation nicht voll ausgenutzt werden, doch wurde mit Hilfe ausländischen Kapitals der Aufbau einer Industrie stark gefördert. Reiche Eisenerzlager, ferner Vorkommen von Manganerzen, Steinkohle, Gold, Silber, Bauxit, Wolfram und Titan; neuerdings wurde auch Erdöl festgestellt. Die wichtigste Rolle spielt aber nach wie vor die Landwirtschaft, die auch die größten Ausfuhrerlöse erzielt. An der Kaffee-Welternte ist Brasilien mit 40% beteiligt; dahinter rangieren Baumwolle und Kakao.

Brunei (Südostasien), Sultanat auf der Insel Borneo unter britischer Schutzherrschaft, mit

5765 qkm und 140000 Einwohnern, vorwiegend Malaier, sowie 1/4 Chinesen. Hauptstadt Brunei mit 60000 Einwohnern. Reiche Erdölvorkommen beschäftigen 70% der erwerbstätigen Bevölkerung.

Bulgarien (Europa), kommunistische Volksrepublik auf der östlichen Balkanhalbinsel mit 110912 qkm und 8,6 Millionen Einwohnern, überwiegend Bulgaren; Minderheiten von Türken, Makedoniern, Armeniern, Rumänen und Zigeunern. Hauptstadt Sofia mit 993000 Einwohnern. Das Land ist durch das Kettengebirge des Balkans und die Parallelkette des Antibalkans sowie durch die Hochgebirge der Rhodopen (Rila- und Pirin-Gebirge) gegliedert. Das große Becken zwischen Donau und Balkangebirge, vor allem aber die von der Maritza durchflossene Niederung zwischen Balkan und Rhodopen sind sehr fruchtbar. Die ergiebige Landwirtschaft erzeugt vornehmlich Getreide, besonders Weizen und Mais, Tabak, Zuckerrüben, Sonnenblumen und andere Ölfrüchte, Gemüse, Rosen für die berühmte bulgarische Rosenölgewinnung und Wein. Das Land ist außerdem reich an Holz (33% des Landes sind von Wald bedeckt). An Bodenschätzen sind vor allem zu nennen: Kohle, Eisen, Mangan, Blei, Kupfer, Zink. Die Industrie befindet sich in der Entwicklung: Hochöfen, Stahlwerke, Maschinenbau, chemische und Textilindustrie. Rasche Elektrifizierung. Für die Wirtschaft des Landes haben die mit erheblichem finanziellen Aufwand errichteten Seebäder am Schwarzen Meer große Bedeutung gewonnen.

Burundi (Afrika), bis 1962 ein Teil von Ruanda-Urundi, belgisches Treuhandgebiet der UN, dann unabhängiges Königreich bis 1966, seitdem Republik. Am Nordzipfel des Tanganjikasees gelegen, mit 27834 qkm und 3,6 Millionen Einwohnern, überwiegend Bantunegern mit hamitischer Watussi-Oberschicht. Hauptstadt ist das an der Nordspitze des Tanganjikasees gelegene Bujumbura (Usumbara) mit 78000 Einwohnern. Das kleine Land besteht teils aus Regenwald, teils aus Savanne.

Cayman-Inseln, drei britische Koralleninseln in Westindien, mit 259 qkm und 10250 Einwohnern, meist Mulatten und Negern. Haupt-

stadt Georgetown auf Gr.-Cayman mit 4000 Einwohnern. Ausfuhr von Schildkröten und Muscheln. Zahlreiche Banken, da die Inseln als Steueroasen gelten.

Ceylon → Sri Lanka

Chile (Südamerika), Militärdiktatur mit 757000 qkm und 10,2 Millionen Einwohnern, Weißen und Mischlingen zwischen den Araukanern und Altspaniern; daneben nur noch geringe Reste anderer Ureinwohner. Zwischen Valdivia und Puerto Montt sowie in den großen Städten viele Deutsche und Deutschstämmige. Hauptstadt Santiago de Chile mit 3,7 Millionen Einwohnern (einschließlich der Vorstädte). Das Land zieht sich als schmaler Streifen von höchstens 350 km Breite und 4225 km Länge an der pazifischen Küste Südamerikas entlang, von Peru und Bolivien bis an die Südspitze des Kontinents. Durch ganz Chile erstrecken sich die Anden bis zu 6958 m Höhe (Aconcagua), die stufenförmig zum Meer abfallen. In der Mitte des Landes liegt vor der Küste eine lange Gebirgskette, zwischen ihr und der Hauptkette der Anden das in Becken gegliederte „Längstal“. Im Süden löst sich das Gebirge in zahllose große und kleine Inseln auf. Das Klima ist sehr unterschiedlich: im Norden wüstenhaft trocken, in der Mitte ähnlich dem des Mittelmeergebietes, aber mit kühleren Sommern, im Süden zwischen dem 50. und 55. Breitengrad, also der Lage von Norddeutschland entsprechend, fast schon klimatische Verhältnisse wie in Nordnorwegen. 60% der Bodenfläche sind nicht nutzbar. Große Weidegebiete gestatten extensive Viehzucht; riesige Schafherden verhelfen Chile zu einem bedeutenden Wollexport. Im übrigen Anbau von Getreide und Kartoffeln, bedeutender Wein- und Obstanbau, Ölfrüchte, Faserpflanzen und Tabak. Reiche Bodenschätze, vor allem Kupfer; aber auch Kohle, Salpeter, Eisenerz, Mangan, Zink, Wolfram, Gold, Silber, Phosphor, Schwefel und Erdöl. Die Kräfte der Anden-Flüsse haben das Entstehen einer nationalen Industrie begünstigt.

China (Asien), kommunistische Volksrepublik. Mit den autonomen Regionen der Inneren Mongolei, Sinkiang-Uigur und Tibet 9,56 Millionen qkm und nach UNO-Schätzungen 871 Millionen Einwohner, damit volkreichster Staat der Erde. 94% Chinesen, der Rest Mongolen,

Tibeter, Uiguren, Mandschu u.a. Hauptstadt Peking mit 7,6 Millionen Einwohnern. Das Land gliedert sich durch den Zug des Tsinlingschan in Nord- und Südchina. Die Bodenformen sind sehr unterschiedlich: Tafelschollen mit mächtigen Lössschichten im Westen Nordchinas, Tiefland mit den großen Mündungssystemen des Hoangho und Jangtsekiang im Osten; im Westen Südchinas gewaltige Gebirge mit bis zu 7790 m hohen Bergen, im Südosten schließlich Hügelland und niedrige Höhenzüge. Dementsprechend sehr unterschiedliches Klima mit feuchten Meereswinden, trockenen kalten Kontinentalwinden und Staubstürmen, an der Südküste häufig Taifune. Über 2/3 der Bevölkerung leben auf dem Lande und betreiben Landwirtschaft. Der Ernährung dienen vor allem Reis, im Norden Weizen, Mais, Hirse, Sojabohnen und Erdnüsse; Anbau von Tee, Zuckerrohr, Tabak und Baumwolle. Extensive Viehzucht: Rinder, Schafe, Ziegen, Schweine, Pferde. Bedeutend für die Wirtschaft des Landes auch die Seidenraupenzucht und die Fischerei. Unübersehbare Bodenschätze – Kohle, Erdöl, Eisenerze, Wolfram, Zinn, Antimon – werden in wachsendem Maße ausgebeutet. Rasche Industrialisierung, vor allem Maschinenbau, Papier-, Porzellan- und Nahrungsmittelindustrie.

China, Republik (Taiwan; Nationalchina; Formosa), mit 36182 qkm und 82 Millionen Einwohnern, vorwiegend Chinesen, und 200000 malaiischen Eingeborenen. Hauptstadt Taipeh mit 1,9 Millionen Einwohnern. Gebirgsland mit ausgedehntem, immergrünem Laubwald, an der Westküste Ackerland. Regenreiches, von Monsunwinden bestimmtes Klima. Der Wald liefert wertvolle Edelhölzer. Landwirtschaftliche Kulturen erzeugen für den Export Zucker, Tee, Reis, Bananen, Ananas, Champignons, Kampher, Spargel. Kohlenbergwerke und Wasserkraftausnutzung haben die Entwicklung einer Industrie sehr gefördert: Zementfabriken, Papier- und Textilindustrie.

Cook-Inseln (Südsee), seit 1901 Neuseeland zugehörig, bei voller innerer Selbstregierung. 240 qkm und 21000 Einwohner, ausschließlich Polynesier. Tropischer Plantagenbau. Ausfuhr von Tomaten, Kopra, Orangen, Ananas, Perlmutt.

Costa Rica (Mittelamerika), Republik, mit 50900 qkm und 1,9 Millionen Einwohnern, davon 75% Weiße altspanischer Abstammung, der Rest Mestizen, Neger und wenige Indianer. Hauptstadt San José mit 350000 Einwohnern. Überwiegend Gebirgsland, zum Teil vulkanischen Charakters, mit tropischem Klima. An der regenreichen Atlantikküste dichte Urwälder, an der trockenen Pazifikküste Steppe und lichte Bewaldung. Überwiegend Landwirtschaft; Ausfuhr von Kaffee und Bananen, ferner Kakao, Zucker, Hanf, Tabak. Industrie nur in Ansätzen vorhanden.

Cuba → Kuba

Cypern → Zypern

Dahomey = Dahome (Westafrika), Republik an der Sklavenküste zwischen Nigeria und Togo, mit 112622 qkm und 2,9 Millionen Einwohnern, ausschließlich Sudanegern. Hauptstadt Porto Novo mit 90000 Einwohnern. Regenwald und Savannen, an der Küste Lagunen. Im Süden Mais- und Kakaopflanzungen, im Norden Hirse-, Yams- und Baumwollanbau. Ausgeführt werden vor allem Palmkerne und -öl, Erdnüsse.

Dänemark (Europa), Königreich, mit 43069 qkm und 5 Millionen Einwohnern, darunter 40000 Deutschen. Hauptstadt Kopenhagen mit 1,4 Millionen Einwohnern. Andere Großstädte: Århus (238000), Odense (166000), Ålborg (155000). Ein vom Meer vielfach aufgegliedertes Inselreich mit der Halbinsel Jütland, den großen Inseln Seeland, Fünen, Lolland, Falster und zahlreichen kleineren und kleinen Inseln. Dänische Nebeländer sind außerdem die Färöer nördlich von Schottland sowie Grönland. Überwiegend Flachland, mancherorts leicht hügeliges diluviales Aufschüttungsgebiet. Das Schwergewicht der dänischen Wirtschaft liegt auf der weitgehend genossenschaftlich organisierten Agrarwirtschaft, die intensiv mit den modernsten Maschinen betrieben wird; 64% der Gesamtfläche sind Ackerland mit Getreide und Futterpflanzen. Die Produkte der Viehzucht, vor allem Butter, Eier, Speck, Käse, werden zu 4/5 exportiert. Obwohl das Land kaum Bodenschätze besitzt, hat sich eine bemerkenswerte Industrie entwickelt.

Deutschland (Europa), nach 1945 getrennt in die Bundesrepublik Deutschland und die Deutsche Demokratische Republik, insgesamt 356 765 qkm und 79 Millionen Einwohner.

1. **Bundesrepublik Deutschland (BRD)** mit 248 587 qkm (mit West-Berlin) und 62,1 Millionen Einwohnern. Hauptstadt Bonn. Gliedert in 10 Bundesländer. Im Nordwesten und in Bayern vorwiegend großbäuerliche, im Südwesten kleinbäuerliche Betriebe. Unter den Agrarprodukten stehen Roggen und Weizen an der Spitze, es folgen Kartoffeln, Gerste, Hafer, Futter- und Zuckerrüben. 29% der Gesamtfläche sind bewaldet. Unter den Bodenschätzen rangieren Stein- und Braunkohle an erster Stelle, es folgen Stein- und Kalisalz, ferner Eisenerze, in geringem Umfang Erdöl. Elektrische Energie wird teils durch Wasserkraftwerke, teils auf der Grundlage der Kohlenvorkommen erzeugt. Neuerdings spielen in wachsendem Maße die Atomkraftwerke eine Rolle. Die Industrie ist bedeutend und ungemein vielseitig; am Export sind vor allem Maschinenbau, Fahrzeuge, Erzeugnisse der chemischen und der Elektroindustrie beteiligt.

2. **Berlin**, die traditionelle Hauptstadt Deutschlands, seit Ende des Zweiten Weltkrieges unter Viermächtestatut, mit 883 qkm und 3,2 Millionen Einwohnern, davon West-Berlin mit 480 qkm und 2,150 Millionen Einwohnern.

3. **Deutsche Demokratische Republik (DDR)**, Volksrepublik mit 108 178 qkm (mit Ost-Berlin) und 16,9 Millionen Einwohnern. Organisierte Bodennutzung überwiegend in landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften, vor allem Roggen, Kartoffeln und Zuckerrüben. Schweine- und Rinderzucht. An Bodenschätzen weist das Land namentlich Braunkohle, Kali und Steinsalz auf, wenig Steinkohle und Eisenerze. Ausgeführt werden vor allem Maschinen, Fahrzeuge, chemische Erzeugnisse, Braunkohlenbriketts, Kalisalz, Textilien, Filme, Erzeugnisse der Fotoindustrie, Schiffsmotoren und Traktoren.

Dominikanische Republik (Mittelamerika), Osthälfte der Insel Haiti, mit 48 734 qkm und 4,3 Millionen Einwohnern, von denen 3/4 Mu-

latten und Neger sind, der Rest Weiße spanischer Abstammung. Hauptstadt Santo Domingo mit 671 000 Einwohnern. Bedeutender Zuckerrohranbau; außerdem Reis, Kakao, Kaffee, Tabak.

Ecuador (Südamerika), Republik am Pazifischen Ozean beiderseits des Äquators, mit 283 561 qkm und 6,7 Millionen Einwohnern, davon 30% im Andenhochland lebende Indianer, 10% Weiße spanischer Abstammung, 10% Neger und Mulatten, der Rest Mestizen. Hauptstadt Quito mit 528 000 Einwohnern. Das Landschaftsbild wird von zwei durchschnittlich 4000 m hohen Andenketten geprägt, mit tätigen Vulkanen, darunter Chimborazo (6287 m) und Cotopaxi (5897 m). Dazwischen fruchtbare Beckenzonen in 2000 bis 3000 m Höhe. Hier gedeihen in dem tropischen Klima trotz der Höhe Gerste, Mais und Kartoffeln. Im Tiefland werden Kaffee, Kakao und Bananen angebaut. Die extensive Viehwirtschaft dient ebenso wie der Reisbau in erster Linie der Deckung des Eigenbedarfs. Mit der Erschließung der offenbar reichen Bodenschätze – Kohle, Erdöl, Blei, Eisen, Gold, Kupfer, Mangan – ist kaum begonnen worden.

Eire → Irland

Elfenbeinküste (Westafrika), Republik an der Guineaküste, mit 322 463 qkm und 4,6 Millionen Einwohnern, fast ausschließlich Sudan-negern. Hauptstadt Abidjan mit 380 000 Einwohnern. Vorwiegend Bergland mit breitem, ein Drittel des Landes einnehmendem Urwald. An der Küste ein 600 km langer Lagunenstreifen mit Mangrovewäldern. Exportiert werden Kaffee, Kakao, Bananen und Edelhölzer, außerdem die Früchte (Steinnüsse) der sogenannten Elfenbeinpalm, die dem Land den Namen gegeben hat; das elfenbeinähnliche Material wird zu Kunstgegenständen, Knöpfen usw. verarbeitet.

El Salvador (Mittelamerika), Republik an der Pazifikküste, kleinster, am dichtesten bevölkerter Staat Mittelamerikas, mit 21 393 qkm und 3,8 Millionen Einwohnern. 75% sind Mestizen, der Rest Nachkommen der spanischen Kolonisten. Hauptstadt San Salvador mit 337 000 Einwohnern. Das Innere des Landes ist gebirgig mit mehreren tätigen Vulkanen. Schmäler, flacher Küstenstreifen. Ein ausge-

Die Länder der Bundesrepublik Deutschland (BRD)

Land	Größe in qkm	Einwohner	Einwohner je qkm	Hauptstadt
Bayern	70 547	10 852 000	153	München
Niedersachsen	47 408	7 199 000	151	Hannover
Baden-Württemberg	35 750	9 112 000	255	Stuttgart
Nordrhein-Westfalen	34 054	17 164 000	505	Düsseldorf
Hessen	21 112	5 513 000	261	Wiesbaden
Rheinland-Pfalz	19 838	3 685 000	186	Mainz
Schleswig-Holstein	15 678	2 579 000	164	Kiel
Saarland	2 567	1 121 000	436	Saarbrücken
Hamburg	753	1 751 000	2 326	Hamburg
Bremen	404	730 000	1 810	Bremen
	248 111	59 706 000		
West-Berlin	480	2 150 000	4 299	

Die Bezirke der Deutschen Demokratischen Republik (DDR)

Bezirk	Größe in qkm	Einwohner	Einwohner je qkm	Hauptstadt
Potsdam	12 568	1 133 600	90	Potsdam
Magdeburg	11 525	1 316 000	114	Magdeburg
Neubrandenburg	10 793	638 000	59	Neubrandenburg
Halle	8 771	1 921 000	219	Halle a. d. Saale
Schwerin	8 672	598 000	69	Schwerin
Cottbus	8 262	869 000	105	Cottbus
Erfurt	7 348	1 258 000	171	Erfurt
Frankfurt	7 185	686 000	95	Frankfurt a. d. Oder
Rostock	7 074	867 000	123	Rostock
Dresden	6 738	1 867 000	277	Dresden
Karl-Marx-Stadt	6 009	2 032 000	338	Karl-Marx-Stadt
Leipzig	4 966	1 484 000	299	Leipzig
Gera	4 004	740 000	185	Gera
Suhl	3 856	552 900	143	Suhl
Ost-Berlin	403	1 088 800	2 702	Berlin
	108 174	17 051 300		

**Deutschlands Großstädte
nach Einwohnerzahlen geordnet**

Bundesrepublik			
West-Berlin	2 150 000	Mönchengladbach	151 415
Hamburg	1 751 000	Bremerhaven	142 890
München	1 336 576	Darmstadt	140 383
Köln	829 840	Remscheid	135 687
Düsseldorf	682 875	Wolfsburg	134 604
Essen	674 525	Regensburg	133 208
Frankfurt am Main	670 825	Oldenburg i. O.	132 729
Bremen	642 000	Recklinghausen	124 277
Dortmund	624 895	Salzgitter	121 645
Stuttgart	584 265	Offenbach a. Main	121 075
Hannover	576 016	Heidelberg	120 925
Nürnberg	513 746	Koblenz	120 595
Duisburg	438 447	Göttingen	120 047
Wuppertal	410 812	Neuß a. Rhein	118 716
Bochum	352 493	Heilbronn	117 355
Gelsenkirchen	335 000	Würzburg	114 801
Mannheim	325 420	Leverkusen	112 058
Bielefeld	320 934	Hildesheim	107 000
Bonn	281 975	Wilhelmshaven	104 479
Braunschweig	270 609	Herne	104 243
Karlsruhe	269 159	Bottrop	104 170
Kiel	265 147	Fürth i. Bay.	103 226
Augsburg	255 675	Kaiserslautern	103 000
Wiesbaden	253 760	Trier	102 205
Aachen	241 679	Rheydt	100 951
Oberhausen	240 134	Erlangen	100 005
Lübeck	234 802		
Krefeld	223 653	Deutsche Demokratische Republik	
Kassel	212 577	Ost-Berlin	1 088 800
Saarbrücken	209 104	Leipzig	591 500
Münster	199 267	Dresden	508 100
Hagen	198 545	Karl-Marx-Stadt	295 200
Mülheim a. d. Ruhr	191 412	Magdeburg	268 300
Mainz	184 379	Halle a. d. Saale	266 000
Ludwigshafen a. Rhein	179 666	Rostock	198 400
Solingen	176 800	Erfurt	191 900
Freiburg i. Breisgau	175 215	Zwickau	124 800
Osnabrück	162 886	Potsdam	111 300
		Gera	109 000

sprochenes Kaffee-Ausfuhrland. Daneben werden Zuckerrohr, Sisal und Mais angebaut.

Falkland-Inseln → Malwinen

Fidschi-Inseln (Südsee), aus 322 Inseln bestehender Archipel im Pazifik, der 1970 eine un-

abhängige Republik wurde, die dem Britischen Commonwealth angehört. 18 272 qkm mit 550 000 Einwohnern, davon 220 000 Eingeborenen (Melanesier mit polynesischem Einschlag), 265 000 Indern, die als Pflanzungsarbeiter auf die Insel gekommen sind, und

20000 Weißen. Hauptstadt Suva auf der Insel Viti Levu mit 55000 Einwohnern. Reiche Niederschläge, Regenwald und Baumsavanne. Zur Eigenversorgung Anbau von Reis, Mais, Maniok, Bataten; für den Export Zuckerrohr, Bananen, Ananas, Kopra.

Finnland, finn. *Suomen Tasavalta* (Europa), Republik, mit 337032 qkm und 4,7 Millionen Einwohnern, davon 92% Finnen und 8% schwedischer Abkunft. Hauptstadt Helsinki = schwed. Helsingfors mit 514000 Einwohnern, mit Vororten 800000. Das Land gliedert sich in eine große Seenplatte im Innern, größtenteils in der Eiszeit eingeebnetes Urgebirge, und die Küstenebene am Finnischen und Bottnischen Meerbusen, ehemaliger Meeresboden, der durch eine noch andauernde Hebung trockengelegt wurde. Die Bodenverhältnisse und das nördliche Klima gestatten keine bemerkenswerte landwirtschaftliche Nutzung: Kartoffeln, Hafer, Gerste, Roggen werden für den Eigengebrauch angebaut, dagegen liefert eine extensive Viehzucht auch Butter, Käse und Eier für die Ausfuhr. Neben Rindern, Schafen und Schweinen sind auch Rentiere und Pelztiere von Bedeutung. Wichtig für die Ernährung des Landes ist die Fischerei. Die ausgedehnten Wälder (65% der gesamten Landfläche) liefern Holz, Zellulose und Papier für die eigene Industrie und den Export. Hinzu kommen Textilindustrie, Eisenerzverhüttung, Schiffbau. Weitgehende Ausnutzung der reichlich vorhandenen Wasserkräfte zur Elektrizitätsgewinnung ersetzt die fehlende Kohle. Bescheidene Buntmetallvorkommen: Kupfer, Zink, Gold, Silber. Aber auch Asbest, Eisen, Nickel, Schwefelkies, Magnetit, Vanadium und Wolfram.

Frankreich (Europa), Republik, mit 547026 qkm und 52,1 Millionen Einwohnern. Hauptstadt Paris mit 2,6 Millionen Einwohnern, einschließlich Vororte 8,2 Millionen. Andere große Städte: Lyon (1,07), Marseille (964000), Lille-Roubaix-Tourcoing (881000), Bordeaux (555000), Toulouse (440000), Nantes (393000), Nizza (393000), Straßburg (335000). Das Land erstreckt sich zwischen Nordsee, Atlantik und Mittelmeer. Im Süden wird es von den Pyrenäen, im Südosten von den Alpen begrenzt, an denen es beträchtlichen Anteil hat. Der Norden und der Westen bestehen überwiegend aus Flachland, nach Osten zu wird Frank-

reich durch das vielgestaltige Mittelgebirgsland mit den Vogesen, dem Plateau von Langres und der Côte d'Or, insbesondere durch das breite Zentralplateau reich gegliedert und in zahlreiche natürliche Landschaften aufgeteilt. Durch das im allgemeinen milde maritime Klima hat die Landwirtschaft große Bedeutung erlangt; Frankreich besitzt nicht weniger als 19,8 Millionen ha Ackerland und damit von allen europäischen Ländern – außer der UdSSR – die größte landwirtschaftlich genutzte Fläche. Es ist zweitgrößter Weizenproduzent Europas; außerdem Hafer, Gerste, Mais, Kartoffeln, Zuckerrüben. Bedeutend die Weinkulturen, vorwiegend Rotweine; dazu weltbeherrschende Cognac- und Champagner-Erzeugung. Berühmt ist der französische Käse. Im Mittelmeergebiet Oliven, Edelkastanien, Maulbeerbäume, die für die Seidenraupenzucht Vorbedingung sind, sowie Gemüse und Blumen. Reich an Bodenschätzen, vor allem an Eisenerzen, Bauxit, Steinkohle, Kali, Blei, Zink und Gold. Die weitgehend ausgenutzten Wasserkräfte sind insbesondere der Industrie zugute gekommen: Schwerindustrie, Maschinen-, Auto- und Flugzeugbau, aber auch chemische und Textilindustrie sowie Produktion von Parfums, Luxus- und Modewaren.

Französisch-Guayana (Südamerika), früher französische Sträflingskolonie (Iles-du-Salat und Teufelsinsel), seit 1949 „Überseeisches Département“ mit eigenen Abgeordneten in der Nationalversammlung und im Senat. 91000 qkm, 50000 Einwohner: Neger, Weiße, Asiaten und Indianer. Hauptstadt Cayenne mit 25000 Einwohnern. Ausfuhrgüter: Edelhölzer, Rum, Essenzen.

Französisch-Polynesien (Stiller Ozean), Überseeisches Territorium, das hauptsächlich aus den Gesellschaftsinseln (Tahiti), den Marquesas, den Tuamotu- und Gambierinseln sowie den Australinseln besteht. 4000 qkm, 120000 Einwohner, in erster Linie Polynesier, aber auch Chinesen und Franzosen. Hauptstadt Papeete auf Tahiti mit 38000 Einwohnern. Ausfuhr: Kopra, Vanille, Phosphate, Perlen.

Französisches Territorium der Afars und Issas (Ostafrika), Überseeisches Gebiet der Französischen Republik, mit 23000 qkm und 130000 Einwohnern: Somali, Danakil, Arabern.

Hauptstadt Djibouti mit 62000 Einwohnern. Heißes, trockenes Klima. Dornbuschsteppe, wenig Bodennutzungsmöglichkeiten. Meist nomadische Weidewirtschaft, etwas Kaffeeanbau.

Gabun (Äquatorial-Afrika), Republik, mit 267667 qkm und 500000 Einwohnern; Bantuneger, nur wenig Weiße. Hauptstadt Libreville mit 57000 Einwohnern. Das Land umfaßt das Flußgebiet des Ogooué, in dem das von Albert Schweitzer gegründete Urwaldhospital Lambaréné liegt. Wichtigste Exporterzeugnisse sind: Erdöl, Edelhölzer, Palmöl, Kautschuk. An Bodenschätzen besitzt das Land Eisenerze, Gold und Mangan.

Gambia (Westafrika), ehemalige britische Kronkolonie, seit 1965 unabhängiger Staat im Britischen Commonwealth, mit 11295 qkm und 490000 Einwohnern, vorwiegend Sudanneger und Fulbe. Hauptstadt und Hafen Banjul (fr. Bathurst) mit 32000 Einwohnern. Ungesundes, feuchtes, tropisches Klima. Ausfuhr von Erdnüssen, Palmkernen und Palmöl, außerdem Häuten. Der Ernährung der Bevölkerung dienen Anpflanzungen von Reis und Hirse.

Gesellschaftsinseln = *Îles de la Société* (Südsee), die wichtigste Inselgruppe des Überseeterritoriums Französisch-Polynesien. Seit 1880 französischer Besitz. 1647 qkm und 90000 Einwohner, von denen 2/3 auf der Hauptinsel Tahiti wohnen. Die Inseln bestehen aus zwei Gruppen: den „Inseln unter dem Winde“ und den „Inseln vor dem Winde“. Tahiti hat wegen seiner landschaftlichen Schönheiten den Beinamen „Perle der Südsee“ erhalten. Die Bewohner sind zur Hälfte Polynesier, zu zwei Fünfteln Franzosen und Mischlinge, der Rest sind Inder und Chinesen. Hauptort ist Papeete auf Tahiti. Hauptsächlich werden Orangen, Kaffee, Ananas, Zuckerrohr und Kopra ausgeführt.

Ghana (Westafrika), ehemalige britische Kolonie „Goldküste“, seit 1960 Republik und Mitglied des Britischen Commonwealth, mit 238537 qkm und 9 Millionen Einwohnern: Aschanti, Fanti, Ewe, Mandingo. Hauptstadt Accra mit 663880 Einwohnern. Feuchtes, tropisches Klima, dichte Urwälder und wildreiche Savannen. Ghana erzeugt 1/3 der Welternte

an Kakao; ausgeführt werden außerdem Gold, Mangan, Edelholz, Diamanten, Bauxit.

Gibraltar (Europa), britisches Dominion an der Südspitze der Iberischen Halbinsel, mit 6 qkm und 26800 Einwohnern, meist Spaniern. In erster Linie Festung, Kriegshafen und Marinestützpunkt. Wirtschaftlich ohne Bedeutung.

Gilbert- und Ellice-Inseln (Stiller Ozean), britische Kronkolonie zusammen mit den Phoenixinseln, der Ozeaninsel und den Line-Inseln. Die Bewohner sind Polynesier. Die 931 qkm große und 60000 Einwohner zählende Inselgruppe besteht größtenteils aus Atollen, die nur mit einer dünnen Erdschicht bedeckt sind. Von den Erzeugnissen werden vor allem Kokosnüsse, Kopra sowie Phosphate ausgeführt. Hauptstadt Tarawa mit 10600 Einwohnern.

Grenada, span. **La Granada**, Insel der Kleinen Antillen (Windward Islands), bildet seit 1967 zusammen mit vier weiteren Inseln die mit Großbritannien assoziierten Westindischen Staaten. 344 qkm mit 105000 Einwohnern, davon 55% Neger und 45% Mulatten; nur wenige Europäer. Hauptort Saint George's mit 30000 Einwohnern. Feuchttropisches Klima. Wichtigste Ausfuhr Güter: Kakao, Muskatnuß, Bananen, Baumwolle, Zucker, Rum. Bemerkenswerte Viehzucht. Für die Volksernährung wichtig ist der Fischfang.

Griechenland (Europa), früher Königreich; nachdem der König durch einen politischen Kurswechsel in die Emigration ging, bis 1974 von einer rechtsradikalen Militärjunta regiert. Seit Juli 1974, nach dem Rücktritt der Militärjunta, Republik. 131944 qkm und 8,8 Millionen Einwohner. Hauptstadt Athen mit 2,5 Millionen Einwohnern. Griechenland umfaßt nicht nur den Südtel der Balkanhalbinsel mit der großen Halbinsel Peloponnes, sondern auch die Ionischen Inseln, Kreta und fast alle Inseln des Ägäischen Meeres. Das Land ist überwiegend gebirgig und besitzt nur wenig fruchtbaren Boden. Dennoch lebt ein hoher Prozentsatz der Bevölkerung von der Landwirtschaft, die durch umfangreiche Bewässerungsanlagen auch dort noch ergiebig ist, wo das unter normalen Bedingungen nicht der Fall wäre. Angebaut werden Weizen, Mais, Tabak, Baum-

wolle, Oliven, Feigen, Orangen, vor allem aber Wein, der in Griechenland Volksgetränk ist; Ausfuhr von Korinthen und Sultaninen. Die Bodenschätze – Eisen- und andere Erze, Kohle, Marmor, ferner Antimon, Arsen, Blei, Magnesit, Mangan u. a. – haben bisher noch keinen planmäßigen Abbau erfahren. Die Industrie wird in jüngster Zeit rasch ausgebaut.

Grönland (Nordamerika), die im Nordosten von Nordamerika gelegene größte Insel der Erde, ist auf Grund seiner Lage jenseits des Polarkreises bis zum 85. Breitengrad größtenteils unbewohnbar. Seit dem 18. Jahrhundert dänischer Besitz, seit 1953 gleichberechtigter Teil des Mutterlandes. Das Landesinnere ruht völlig unter Eis und Schnee; das Inlandeis erreicht eine Dicke bis zu 2000 m. Die riesige Insel hat mit 2175600 qkm fast die Ausmaße eines Erdteils, in den wenigen Orten an der Küste leben jedoch nur an die 46500 Einwohner, größtenteils Eskimos. Hauptstadt Godthåb an der südlichen Westküste mit 8200 Einwohnern. Die Grönländer ernähren sich vorwiegend vom Fischfang und von der Jagd auf Eisbär, Robbe und Wal.

Großbritannien (Europa), Vereinigtes Königreich von Großbritannien und Nordirland, mit 244030 qkm und 55,9 Millionen Einwohnern: Engländer, Schotten, Waliser, Iren. Hauptstadt London mit 7,4 Millionen Einwohnern. Weitere große Städte: Glasgow 900000 Einwohner, Liverpool 600000, Manchester 540000, Leeds 500000, Edinburgh 450000, Bristol 425000 und Belfast 380000 Einwohner. Die englische Insel ist im Norden (Schottland) und im Westen (Wales) gebirgig mit Höhen bis zu 1343 m (Ben Nevis), sonst überwiegend Hügelland und Ebene. Der Ackerbau ist gegenüber einer ausgedehnten Weidewirtschaft verhältnismäßig gering. In erster Linie ist Großbritannien ein Industrieland; beruhend auf dem Bergbau (schon in vorgeschichtlicher Zeit wurden Zinn und Kupfer gewonnen) und dem großen Steinkohlenvorkommen einerseits und den reichen Rohstoff-erträgen aus dem früheren Kolonialbesitz andererseits, hat sich eine vielgestaltige Industrie von Weltbedeutung entwickelt. In Südwales, am Tyne, in Birmingham, Sheffield und Glasgow ist die Schwerindustrie angesiedelt, über das ganze Land verstreut gibt es stark spezialisierten Maschinenbau, bedeutende

Auto- und Flugzeugwerke sowie große Werften. Manchester ist ein Zentrum für die Textilindustrie. Auch die chemische Industrie, elektrotechnische Werke, Lebensmittelindustrie und Papiererzeugung gehören zu den herkömmlichen Zweigen der britischen Wirtschaft.

Guadeloupe (Mittelamerika), größte Insel der Kleinen Antillen, Überseeisches Département Frankreichs mit eigenen Abgeordneten in der Nationalversammlung und im Senat. 1779 qkm und 340000 Einwohner, fast ausschließlich Mulatten und Neger. Hauptstadt Basse-Terre mit 16000 Einwohnern. Tropischer Plantagenbau. Ausfuhr von Zucker, Rum, Bananen.

Guam (Stiller Ozean), südlichste und größte Insel der Marianen, im Besitz der USA. 549 qkm, 85000 Einwohner. Hauptstadt Agaña Heights. Bedeutender Flotten-, Luftstützpunkt.

Guatemala (Mittelamerika), Republik, mit 108889 qkm und 5,5 Millionen Einwohnern, zur Hälfte Indianern, sonst Mestizen, Negern und Weißen spanischer Abstammung. Hauptstadt Guatemala mit 731000 Einwohnern. Im Südwesten Gebirgsland mit zahlreichen tätigen Vulkanen, im Nordosten flaches Tafelland mit Regenwäldern, in denen berühmte Maya-Ruinenstädte liegen. Das Klima ist tropisch und in den sumpfigen Niederungen siedlungsfeindlich. Hauptausfuhrprodukt ist Kaffee, dazu Bananen, Baumwolle, Zucker, Pflanzenöle und Chiclé-Gummi; für die Ernährung der Bevölkerung Anbau von Mais, Reis, Weizen, Bohnen. Die Bodenschätze sind gering. Der Wald liefert Edelholz, u. a. Mahagoni. Die Entwicklung der Industrie steckt in den Anfängen.

Guayana = Guyana (Südamerika), seit 1966 unabhängige Republik im Britischen Commonwealth. 215000 qkm, 760000 Einwohner, fast die Hälfte Inder, sonst Neger, Mulatten und Indianer, nur etwa 1% Weiße. Hauptstadt Georgetown mit 200000 Einwohnern. Von den Erzeugnissen und Bodenvorkommen des Landes werden ausgeführt: Bauxit, Aluminium, Edelsteine, Zucker, Reis.

Guinea = République de Guinée (Westafrika), ehemalige französische Kolonie, seit 1958 Republik, mit 245857 qkm und 4,2 Millionen Einwohnern, hauptsächlich Sudannegern und Fulbe. Hauptstadt Conakry mit 200000 Einwohnern.

nern. Anbau von Bananen und Kaffee, in erster Linie für den Export bestimmt, desgleichen Palmkerne. Die reichen Bodenschätze (Eisenerz, Bauxit, Diamanten) werden in wachsendem Maße abgebaut.

Guinea = República de Guinea Ecuatorial, früher Spanisch-Guinea od. Äquatorialguinea (Westafrika), ehemalige spanische Überseeprovinz, wurde 1968 als Äquatorialguinea unabhängige Republik. Es besteht aus der Insel Fernando Póo und dem Gebiet Rio Muni zwischen Kamerun und Gabun, mit 28051 qkm und 300000 Einwohnern, meist Bantunegern. Hauptstadt Santa Isabel (auf Fernando Póo) mit 38000 Einwohnern. Ausfuhr von Kakao, Kaffee, Holz.

Guinea-Bissau = Portugiesisch-Guinea (Westafrika), frühere portugiesische Überseeprovinz an der Nordguineaküste südlich von Senegal, seit 1974 unabhängige Republik. 36125 qkm, 488000 Einwohner, in erster Linie Ballante, Fulbe, Mandigo, wenig Weiße und Mischlinge. Hauptstadt Bissau mit 71000 Einwohnern. Als künftige Hauptstadt ist der kleine Ort Boé (Madina da Boé) vorgesehen. Ausfuhr von Erd- und Kokosnüssen, pflanzlichen Ölen, Kautschuk, Häuten, Elfenbein, Fischen, Holz.

Haiti (Westindien), zweitgrößte Insel der Großen Antillen, mit einigen kleineren Nachbarinseln 77300 qkm. Das westliche Drittel der Insel ist die Republik Haiti, die älteste Negerrepublik der Erde, bereits seit 1804 unabhängig, mit 27750 qkm und 5,2 Millionen Einwohnern, von denen 90% Neger und Mischlinge sind. Hauptstadt Port-au-Prince mit 525000 Einwohnern. Vorwiegend Agrarland mit Anbau von Kaffee, Kakao, Zuckerrohr, Sisal, Bananen, Rizinus, Baumwolle. Nur geringe Bodenschätze, mit deren Abbau begonnen wurde. Unbedeutende Industrie.

Hawaii-Inseln (Ozeanien), acht größere Inseln im Pazifik, seit 1959 der 50. Staat der Vereinigten Staaten mit 16705 qkm und 770000 Einwohnern: Japaner, Filipinos, Chinesen; die Kanaken, wie die Ureinwohner heißen, haben stark abgenommen. Hauptstadt Honolulu auf der Insel Oahu mit 629000 Einwohnern. Die wegen ihrer landschaftlichen Schönheit zu einem Touristenparadies gewordenen Inseln

tragen größtenteils vulkanische Berge, die aber nur noch auf der Hauptinsel Hawaii tätig sind. Wirtschaftlich haben die Amerikaner die Inseln stark gefördert. In dem gemäßigten tropischen Seeklima mit reichen Niederschlägen gedeihen vor allem Zuckerrohr, Ananas, Kaffee und Bananen.

Honduras (Mittelamerika), Republik, mit 112088 qkm und 2,8 Millionen Einwohnern, von denen 4/5 Mestizen, der Rest Indianer, Weiße und Neger sind. Hauptstadt Tegucigalpa mit 232000 Einwohnern. Das an der breitesten Stelle der mittelamerikanischen Landbrücke gelegene Land hat eine 640 km lange Küste am Karibischen Meer und nur einen schmalen Zugang zum Pazifik, da hier die kleine Republik El Salvador vorgelagert ist. Honduras ist stark gebirgig mit Höhen bis zu 2800 m, die zum Teil vulkanisch sind. Anbau von Reis, Mais und Getreide, für den Export Kaffee, Kakao, Bananen, Kokosnüsse und Ananas. Die großen Wälder liefern Edelhölzer wie Mahagoni und Rosenholz. Von den Bodenschätzen werden vorwiegend Silber und Gold abgebaut; noch unerschlossen sind Vorkommen an Eisen, Kupfer und Zink.

Hongkong (Ostasien), seit 1841 britische Kronkolonie an der südchinesischen Küste, bestehend aus der Insel Hongkong und der gegenüberliegenden Halbinsel Kaulun mit zusammen 1034 qkm und 4,2 Millionen Einwohnern, fast ausschließlich Chinesen und 35000 Europäern. Hauptstadt Victoria mit 675000 Einwohnern. Zahlreiche Industrien, vor allem Textilbetriebe. Wichtiger Hafen in Ostasien.

Indien (Südasiens), Subkontinent Asiens, eine der großen südasiatischen Halbinseln. Nach zweihundertjähriger englischer Kolonialherrschaft seit 1947 Bundesrepublik und unabhängiges Mitglied des Britischen Commonwealth aus 18 Staaten und 11 Territorien. 3280483 qkm, 574 Millionen Einwohner: Inder, Drawida. Hauptstadt Neu-Delhi mit 3,3 Millionen Einwohnern. Andere große Städte: Kalkutta (7), Bombay (5,9), Madras (2,5), Bangalore (1,8), Ahmadabad (1,6), Haiderabad (1,6). Im Norden bildet das Himalaja-Massiv die Grenze, im Nordwesten und Osten verlaufen die nach der Teilung Indiens 1947 künstlich gezogenen Grenzen nach Pakistan und Bangla

Desh. Das Land gliedert sich im großen in das den ganzen Norden ausfüllende Ganges-system mit dem größten Delta der Erde, an dem auch Bangla Desh beteiligt ist, und in das sich im Süden anschließende, die ganze übrige Halbinsel umfassende Hochland des Dekkan mit den Randgebirgswegen der Westlichen und Östlichen Ghats. Die Republik Indien ist vorwiegend Agrarland, 50% der Gesamtfläche sind Ackerland und Baumkulturen. Wichtigste Bodenfrucht ist der Reis, der ebenso wie der Weizen-, Mais-, Gerste- und Hirseanbau der Ernährung der Bevölkerung dient. Indien ist darüber hinaus der größte Teeproduzent der Erde; auch Kaffee, Tabak, Zuckerrohr, Erdnüsse, Mohn und Gewürze werden ausgeführt. 53,6 Millionen Büffel dienen als Arbeitstiere. Die große Zahl von 176 Millionen Rindern ist wirtschaftlich bedeutungslos, da die Tiere schlecht ernährt sind und aus religiösen Gründen nicht getötet werden dürfen. Die Landwirtschaft liegt noch sehr darnieder. Die Regierung bemüht sich, sie im Hinblick auf ihre für das ganze überbevölkerte Land existentielle Bedeutung mit allen Mitteln, auch durch großzügige Bewässerungsanlagen, zu intensivieren und zu modernisieren. Auch die Industrie wird, zum großen Teil mit ausländischer Kapitalhilfe, planmäßig aufgebaut. Die Bodenschätze, vor allem Kohle, Eisenerze, Mangan und Bauxit, werden neuerdings systematisch ausgebeutet.

Indonesien (Südostasien), 350 Jahre lang das niederländische Kolonialgebiet Niederländisch-Indien (Insulinde), seit 1945 Republik, die den größten Teil des Malaiischen Archipels umfaßt. 1904345 qkm, 125 Millionen Einwohner: Javanen, Sundanesen, Maduresen. Hauptstadt Djakarta mit 4,6 Millionen Einwohnern. Das Inselreich ist fast unübersichtlich: Es besteht aus den vier Großen Sundainseln Sumatra, Java, Borneo (ohne Brunei und Ost-Malaysia), Celebes, ferner West-Neuguinea (auch Irian Jaya genannt), 70 mittelgroßen und über 1000 kleineren und kleinsten Inseln. Hauptnahrungsmittel sind Reis, Mais, Maniok, Süßkartoffeln, Fische. Für den Export angebaut werden Zuckerrohr, Kautschuk, Kaffee, Kakao, Tabak, Gewürze, Sago, Kopra, Pflanzenöl und Sisal. Die großen Wälder liefern Edelhölzer. Die Inseln sind reich an Bodenschätzen (vor allem Erdöl, Steinkohle,

Zinn; außerdem Asphalt, Bauxit, Blei, Eisen, Kupfer, Mangan, Platin, Silber, Schwefel u. a.). Die Industrialisierung geht langsam voran.

Irak (Vorderasien), Republik, mit 434924 qkm und 10,4 Millionen Einwohnern, vorwiegend Arabern, außerdem Kurden, Armeniern und Türken. Hauptstadt Bagdad mit 1,7 Millionen Einwohnern. Das Land wird gebildet vom Zweistromland Mesopotamien, einem Streifen zwischen Tigris und der persischen Grenze sowie einem Teil der arabisch-syrischen Wüste südwestlich des Euphrat. Im Norden ist es gebirgig, im Süden besteht es aus einem weiten Schwemmlandgebiet, in der Mitte vorwiegend Wüste und Steppe. Große Teile des Landes sind nicht nutzbar; wo Bewässerung möglich ist, gedeihen Weizen, Gerste und Reis, auch Tabak und Baumwolle. In den Steppengebieten ausgedehnte Viehzucht, vorwiegend Schafe. Die wichtigsten Bodenschätze sind Erdöl und Erdgas; die Erdölvorkommen werden auf 1/10 aller Ölreserven auf der Erde geschätzt. Der Ausfuhranteil des Erdöls beträgt 90%. An dem Gewinn ist der Staat mit 50% beteiligt, womit der Bau von Bewässerungsanlagen, Eisenbahnen und Straßen sowie die Förderung der Landwirtschaft und der im Entstehen begriffenen Industrie finanziert werden.

Iran = Persien (Westasien), konstitutionelle Monarchie (Kaiserreich), mit 1648000 qkm und 31,3 Millionen Einwohnern, vorwiegend indo-europäischen Iranern, ferner turktatarischen Aserbeidschanern, Kurden, Türken, Arabern, Luren, Armeniern. Hauptstadt Teheran mit 2,7 Millionen Einwohnern. Geplant ist eine neue Hauptstadt (Shahestan Pahlewi), mit der 1975 begonnen wurde. Vorherrschend etwa 1000 m hoch gelegenes Steppenland, das von Gebirgen durchzogen und von bis zu 5000 m hohen Randketten (Demawend im Elbursgebirge mit 5670 m) umgeben ist. Dazwischen ausgedehnte Wüsten mit Salzseen und weltabgeschiedenen Oasen. Trockenes kontinentales Klima. Landwirtschaft großenteils nur mit Bewässerungsanlagen möglich; dennoch ist der Iran vorwiegend Agrarland (55% der Bevölkerung sind in der Landwirtschaft tätig). Angebaut werden zur Eigenernährung: Weizen, Reis, Gerste, Mais, Hirse; außerdem Zuckerrüben, Baumwolle, Sesam, Rizinus, Tee, Tabak, Mohn, Oliven, Erdnüsse, Zitrusfrüchte, Datteln für den Export. Viel Viehzucht. Außer

einer exportstarken Teppichherstellung noch wenig Industrie. Unter den Bodenschätzen steht das Erdöl weitaus an erster Stelle; seine Erschließung ist zur Grundlage der Wirtschaft des Landes geworden. Sein Ausfuhranteil liegt bei 75–80%. Ferner Vorkommen an Kohle, Kupfer, Eisen, Mangan, Antimon, Nickel, Zink, Schwefel, Gold, Silber und Edelsteinen.

Irland = Eire (Europa), Republik, mit 70283 qkm und 3 Millionen Einwohnern. Hauptstadt Dublin mit 568000 Einwohnern. Zu den Britischen Inseln gehörig, von Großbritannien durch die Irische See getrennt. Im Norden und Süden Bergland mit alten Faltengebirgen, in der Mitte flaches Tafelland mit vielen Seen. Das Klima ist feucht und mild. Irland wird wegen seiner ausgedehnten Wiesen und Weiden die „Grüne Insel“ genannt. Die Weideböden haben die Viehzucht zum wichtigsten Wirtschaftsfaktor des Landes gemacht; Rinder- und Schweinezucht überwiegen. Mastvieh, Butter, Fleischkonserven, Käse, Eier, Geflügel werden ausgeführt. Angebaut werden Hafer, Weizen, Gerste, Kartoffeln und Rüben. Kaum Bodenschätze; die Industrialisierung auf breiterer Basis hat erst in jüngster Zeit begonnen.

Island (Europa), Insel und Republik im Atlantischen Ozean zwischen Europa und Grönland, mit 102829 qkm und 210000 Einwohnern. Hauptstadt Reykjavik mit 95000 Einwohnern. Die Insel besteht vorwiegend aus Hochflächen mit Basaltdecken und Tuffen, die auf einen heute noch aktiven Vulkanismus zurückzuführen sind. Die größten Vulkane sind Askja und Hekla. Lavaausbrüche aus Kratern und Spalten, häufige Erdbeben und mächtige Geiser sind für Island kennzeichnend. Das Inselinnere ist von gewaltigen Gletscherfeldern bedeckt. Die klimatischen Verhältnisse gestatten nur in geringem Maße landwirtschaftliche Nutzung des Bodens. Die vorhandenen Wiesen und Weiden werden jedoch für die Viehzucht in Anspruch genommen. Der Eigenernährung dient der Anbau von Kartoffeln und Rüben. Eine große Rolle spielt für die Bevölkerung, aber auch für die Ausfuhr, der Fischfang.

Israel (Vorderasien), Republik an der Mittelmeerküste Palästinas, die 1948 auf Grund eines UN-Beschlusses über die Teilung Palästinas entstanden ist. 20710 qkm mit 3,3 Mil-

lionen Einwohnern (einschl. Ost-Jerusalem). Hauptstadt Jerusalem mit 304000 Einwohnern. Größte Stadt Tel Aviv/Jaffa mit 362900 Einwohnern am Golf von Akka. Das Bild der Landschaft wird von einem 500–600 m hohen verkarsteten, von tiefen Tälern zerfurchten Kalksteinplateau bestimmt, das sich hinter einer schmalen Küstenebene erhebt. Es fällt nach Osten steil zum Jordangraben ab, der zum Teil vom Toten Meer ausgefüllt wird. Das Negevgebiet im Süden besteht größtenteils aus Wüste und Steppe. Das Klima ist nur an der Mittelmeerküste der Landwirtschaft günstig; dort gedeihen Südfrüchte, Getreide und Wein. Auf dem verkarsteten Boden des Berglandes fehlt das Wasser. Bodenschätze sind nur in geringen Mengen vorhanden; abgebaut werden Kali, Pottasche, Brom, Schwefelkies, Phosphate, Kupfer, Mangan, Marmor und Granit. Junge vielseitige Industrie.

Italien (Europa), Republik, mit 301252 qkm und 54,9 Millionen Einwohnern: Italiener und 250000 Südtiroler. Hauptstadt Rom mit 2,8 Millionen Einwohnern. Andere große Städte: Mailand (1,7), Neapel (1,2), Turin (1,2), Genua (817000), Palermo (643000), Bologna (491000), Florenz (458000), Catania (400000), Venedig (363000). Das Landschaftsbild ist sehr wechselvoll. Mit 8500 km Küste und nur 1900 km Landgrenze ist Italien ein ausgesprochener Mittelmeerstaat. Vorwiegend Gebirgs- und Hügelland, nur ein Fünftel Ebene, vor allem die fruchtbare, dichtbesiedelte Po-Ebene, die allein 45000 qkm umfaßt. Das festländische Oberitalien wird im Norden, Nordwesten und Nordosten durch den italienischen Anteil an den Alpen begrenzt. Von der italienisch-französischen Grenze zieht sich durch die ganze 1200 km lange Halbinsel wie eine Fischgräte der Apennin, der (im Gran Sasso d'Italia) eine Höhe von 2912 m erreicht. In Süditalien nimmt die Höhe der Apenninberge ab. Dort und auf den italienischen Inseln (Sizilien, Liparische Inseln; nicht dagegen auf Sardinien und Elba) ist der Vulkanismus noch rege (Ätna, Vesuv und Stromboli sind die größten Vulkane Europas). Die Verheerungen durch Vulkanausbrüche und Erdbeben werden durch einen großen Reichtum des Landes an Heilbädern vulkanischen Ursprungs wettgemacht. Das vorwiegend mediterrane Klima hat eine hochentwickelte Landwirtschaft zur Folge.

Der größte Teil der land- und forstwirtschaftlich genutzten Fläche entfällt auf Ackerland, Obst- und Weinkulturen (15 Millionen ha), 5 Millionen ha auf Wiesen und Weiden und 6 Millionen ha auf Wälder und Macchia. Weizen und Mais, dazu in der Po-Ebene Reis sind die wichtigsten Feldfrüchte. Frühgemüse, Tomaten, Obst, Südfrüchte, Oliven und Wein sind die typischen Erzeugnisse des Landes. Die großen Wiesen- und Weideflächen werden durch ausgedehnte Rinder- und Schafzucht ausgenutzt. Wichtig für die Wirtschaft des Landes ist die Seefischerei in der Adria, im Tyrrhenischen Meer und in den Gewässern um Sizilien, durch die 100 000 Menschen beschäftigt werden. Der Nutzen der Forstwirtschaft ist nicht erheblich. An Bodenschätzen ist das Land arm; die Kohlevorkommen sind dürrtig und weit verstreut, die Erdölfunde wenig ergiebig und die Funde an Eisenerzen, Mangan, Blei, Zink, Bauxit und Edelmetallen nicht nennenswert. Dagegen spielen Schwefel, Quecksilber und Marmor für den Export eine große Rolle. Die bedeutende Industrie ist vor allem in Norditalien konzentriert: Maschinen-, Auto- und Flugzeugbau, chemische Industrie, Textilfabriken.

Jamaika (Westindien), die drittgrößte Insel der Großen Antillen, seit 1962 unabhängiges Mitglied des Britischen Commonwealth, mit 10 962 qkm und 1,98 Millionen Einwohnern: 70% Neger, 20% Mulatten. Hauptstadt Kingston mit 470 000 Einwohnern. Waldreiches Bergland, vorwiegend Agrarwirtschaft. Ausfuhr von Aluminium, Bauxit, Zucker, Bananen, „Jamaika-Rum“, Pfeffer.

Japan (Ostasien), konstitutionelle Monarchie (Kaiserreich), mit 372 269 qkm (mit den Ryukyu-Inseln) und 108 Millionen Einwohnern. Hauptstadt Tokio mit 9, einschließlich der Vororte 11,6 Millionen Einwohnern. Weitere große Städte: Osaka (2,98), Jokohama (2,2), Nagoja (2), Kioto (1,4), Kobe (1,3). Zu Japan gehört der größte Teil des der asiatischen Ostküste vorgelagerten Inselbogens mit den Hauptinseln Honschu, Kjuschu, Schikoku und Hokkaido. Sehr gebirgig, viele Erhebungen über 2000, einige über 3000 m. Der höchste Berg ist der Vulkan Fudschisan (in Europa falsch auch Fudschijama oder Fuji genannt) auf der großen Insel Honschu mit 3776 m Höhe. Der

noch sehr aktive Vulkanismus (mehr als 60 tätige Vulkane) und die sich aus den pazifischen Südseegräben ergebenden tektonischen Spannungen verursachen häufige, oft katastrophale Erdbeben. In der Land- und Forstwirtschaft sowie in der Fischerei sind etwa 47% der Erwerbstätigen beschäftigt; dieser hohe Einsatz von Arbeitskräften, die Intensivierung der Bodenbewirtschaftung und großzügige Bewässerungsanlagen machen es bei der rasch zunehmenden Bevölkerungszahl dennoch schwer, das japanische Volk aus eigener Erzeugung zu ernähren. Nicht zuletzt darum läuft die Industrialisierung auf vollen Touren und ist längst zu einem wichtigen, mit vielen Industrieländern konkurrierenden Weltfaktor geworden. Angebaut wird vor allem Reis; dazu kommen Weizen, Gerste, Kartoffeln, Sojabohnen. Wichtig für den Export sind Tee- und Tabakanbau sowie Seidenraupenzucht. Die Seefischerei ist bedeutend, vor allem der Walfang. Die Viehzucht hat noch nicht den Umfang erreicht, den ihr die Weideflächen bieten. Wenig Bodenschätze, aber reiche Wasserkräfte. Die Industrie ist sehr vielseitig; sie erstreckt sich von der Maschinen-, Automobil- und Fahrradindustrie über Erzeugnisse der Optik, Feinmechanik, Rundfunk- und Fernsehgeräte bis zur Computertechnik. Auf den japanischen Werften lassen heute die meisten seefahrenden Staaten Schiffe bauen.

Jemen (Südarabien), Republik am Roten Meer, mit 195 000 qkm und 5,5 Millionen Einwohnern: Südaraber mit stark negerischem Einschlag. Hauptstadt San'a mit 100 000 Einwohnern. Über der Küstenebene am Roten Meer erhebt sich stufenförmig bis zu 3760 m ein stark gegliedertes Randgebirge. Dahinter dehnt sich ein weites Hochplateau. Das Klima ist tropisch, an den Hängen des Randgebirges durch ausgiebige Regenfälle außerordentlich fruchtbar. Sonst trockene Steppe und Wüste mit Oasen. Anbau von Gerste, Weizen, Hirse, Kaffee. Ausgeführt werden in erster Linie Kaffee („Mokka“), Häute und Felle, Salz, Gummiarabikum.

Jemen, Demokratische Volksrepublik (Südasien), mit der Unabhängigkeitserklärung von 1967 aus der ehemaligen Föderation Südarabien entstanden, zu der die britische Kolonialmacht zwischen 1959 und 1963 die Kronkolo-

nie Aden und die 26 Sultanate, Emirate und Scheichtümer des Protektorats Aden zusammengeschlossen hatte. Die Demokratische Volksrepublik Jemen umfaßt (einschl. der Insel Socotra) 287 683 qkm und zählt 1,6 Millionen Einwohner. Hauptstadt zur Zeit Madinet El Schaab (Sha'ab); größte Stadt Aden mit 250 000 Einwohnern. Ausgeführt werden Ölderivate, Baumwolle, Kaffee, Häute und Felle.

Jordanien (Vorderasien), Königreich in Nordwestarabien mit 96 622 qkm und 2,6 Millionen Einwohnern, ausschließlich Arabern. Hauptstadt Amman mit 500 000 Einwohnern. Überwiegend 700–900 m hohes Tafelland mit heißem, trockenem Klima. Steppen und Wüste mit Oasen im Osten. Weidewirtschaft herrscht vor, zum Teil nomadisch. Der Anteil des Agrarlandes ist, gemessen an der Größe des Landes, nur gering. Einen Teil seiner Einnahmen schöpft der Staat aus den durch das Land laufenden Pipelines und dem Export von Phosphaten.

Jugoslawien (Europa), sozialistische Bundesrepublik, mit 255 804 qkm und 21 Millionen Einwohnern: 42% Serben, 24% Kroaten, 9% Slowenen, 7% Makedonier, 6% mohammedanische Bosniaken; 4% andere Slawen, 8% Sonstige. Hauptstadt Belgrad mit 770 000 Einwohnern. Das Klima ist sehr unterschiedlich: mediterran an der Mittelmeerküste und kontinental im Landesinnern mit heißen Sommern und kalten Wintern. Hauptsächlich Anbau von Mais und Weizen, Obst, Wein, Tabak und Baumwolle. Schaf- und Rinderzucht. Wertvolle Wälder. Dazu ansehnliche Bodenschätze wie Kohle, Eisenerze, Erdöl und -gas, Kupfer, Chrom, Blei, Zink, Bauxit, Magnesit, Silber, Gold, Quecksilber. Aufstrebende Industrie, vor allem Hüttenwerke, Maschinenbau, chemische Glas- und Zementindustrie.

Jungfern-Inseln, engl. *Virgin Islands* (Westindien), Inselgruppe im Nordwesten der Kleinen Antillen, Territorium der USA, mit 344 qkm und 62 000 Einwohnern, davon 4/5 Neger und Mulatten. Hauptstadt Charlotte Amalie auf der Insel Saint Thomas. Die Inseln sind überwiegend gebirgig, besitzen wenig Wasser und Wald. Ausgeführt werden Zucker, Rum und Fische. – Der britische Teil der Inselgruppe umfaßt 153 qkm mit etwa 10 000 Einwohnern.

Kambodscha → Khmer

Kamerun (Westafrika), ehemalige deutsche Kolonie, seit 1960 unabhängige Republik mit 475 442 qkm und 5,8 Millionen Einwohnern, vorwiegend Bantu- und Sudanegern, Fulbe und Haussa. Hauptstadt Jaunde mit 178 000 Einwohnern, größte Stadt Duala mit 250 000 Einwohnern. Gebirgiges Land teilweise vulkanischen Charakters mit einigen noch tätigen Vulkanbergen. An der Küste Mangrovesümpfe, dahinter eine mehrere hundert Kilometer breite Urwaldzone, die zu dem großenteils mit Savanne bedeckten Hochland ansteigt. Die hügelige Savannenlandschaft Adamaua im Norden reicht bis zum Tschadsee. An der Küste tropisch-feuchtheißes Klima, im Innern fast kontinental trocken mit großen Temperaturschwankungen. Die wichtigsten Agrarerzeugnisse für den Export sind: Kaffee, Kakao, Aluminium, Edelhölzer, Baumwolle, Palmöl.

Kanada (Nordamerika), unabhängiges Mitglied des Britischen Commonwealth, mit 9,976 Millionen qkm und 22 Millionen Einwohnern französischer, englischer, schottischer, irischer, deutscher und ukrainischer Abstammung. Hauptstadt Ottawa mit 603 000, größte Stadt Montréal mit 2,7 Millionen Einwohnern. Weitere große Städte: Toronto (2,6), Vancouver (1). Das Land umfaßt den ganzen nördlichen Teil des nordamerikanischen Kontinents, ausgenommen Alaska, und reicht vom Atlantischen Ozean bis zum Pazifik. Die Küsten im Osten, Norden und Westen sind stark gegliedert, insbesondere der Arktische Archipel nördlich der Hudsonbay. Der Westen des Landes wird von dem Felsengebirge der kanadischen Kordilleren bestimmt. Im Süden bildet die lange Kette der großen nordamerikanischen Seen die Grenze gegen die USA. Die Mitte des Landes besteht aus dem weiten Laurentischen Tafelland. Große Flüsse (Mackenzie, Saskatchewan-Nelson) und viele Seen (Gr. Bärensee, Gr. Sklavensee, Athabaskasee und Winnipegsee). Kontinentalklima mit warmen Sommern und sehr kalten Wintern. Wichtigstes Ausfuhrland für Weizen. Hafer- und Gersteanbau, starke Viehzucht mit Milchwirtschaft, lebhaftere Fischerei und Pelzjagd. 44,4% der Landfläche sind bewaldet, hohe Exportquote bei Holz, Zellulose und Papier. Reiche Bodenschätze an Kohle, Erdöl, Eisen-, Uran- und Nickelerzen.

Die Industrie hat sich in jüngster Zeit bedeutend entwickelt; Metall- und Aluminiumindustrie, Maschinen- und Automobilbau, Chemie.

Kapverdische Inseln (Westafrika), portugiesische Inselgruppe am Atlantischen Ozean, 560 km von dem an der Küste von Senegal gelegenen Kap Verde entfernt, mit 4033 qkm und 272000 Einwohnern: Mulatten und Neger. Hauptstadt Praia auf São Tiago, Haupthafen Porto Grande auf São Vicente. Die Inseln sind überwiegend gebirgig; höchster Berg ist der noch tätige Vulkan Pico (2829 m) auf der Insel Fogo. Tropisch heißes Klima. Ausfuhr von Kaffee und Pflanzenölen sowie Mineralöl. – Bestrebungen, den Inseln wie allen anderen bisherigen portugiesischen Kolonialbesitzungen die volle Selbständigkeit zu geben, stehen vor der Verwirklichung.

Karolinen (Ozeanien), größte Inselgruppe Mikronesiens im südlichen Pazifik nördlich von Neuguinea, frühere deutsche Kolonie, seit dem zweiten Weltkrieg von den USA verwaltetes UN-Treuhandgebiet. Insgesamt 963 Inseln, von denen Ponape, Truk, Kusaie und Yap die größten sind. Die übrigen sind überwiegend Atolle. 2150 qkm, 61500 Einwohner, überwiegend Mikronesier. Ausfuhr von Kopra, Bauxit, Phosphaten.

Kaschmir (Südasiens), ehemaliger indischer Fürstenstaat, heute zwischen der Indischen Union und Pakistan umstritten. 222800 qkm mit 5,5 Millionen Einwohnern: Kaschmiri, Gurchas und tibetische Stämme. Hauptstadt Srinagar mit 404000 Einwohnern. Der Charakter des Landes wird von dem Gegensatz zwischen den bewohnten Hochgebirgslandschaften des nordwestlichen Himalaja und des Karakorum einerseits und einem vom Jhelum durchflossenen, überaus fruchtbaren Talbecken andererseits geprägt. Hier wachsen Wein, Obst und die verschiedensten Arten von Gartenfrüchten. Ausgedehnte Rosenzucht. Die Kaschmirziege liefert eine wertvolle Wolle. Teppiche, Schals und Seidenwaren aus Kaschmir sind in der ganzen Welt begehrt. Die im Lande vorhandenen Bodenschätze (Kohle, Eisen, Bauxit) werden bisher noch wenig genutzt.

Katar = Qatar (Arabien), auf einer Halbinsel im Persischen Golf gelegen. Seit 1971 unab-

hängiges Scheichtum, mit 22014 qkm und 90000 Einwohnern: Araber. Hauptstadt Doha mit 60000 Einwohnern. Wirtschaftlich bedeutend nur die starke Erdölförderung und -ausfuhr.

Kenia (Ostafrika), Republik, unabhängiges Mitglied des Britischen Commonwealth, mit 582644 qkm und 12,5 Millionen Einwohnern: Bantuneger und Niloten. dazu 130000 Inder und Pakistani sowie 41000 Europäer. Hauptstadt Nairobi mit 535000 Einwohnern. Ungesunde Korallenküste, dahinter Steppenhochland, im Westen von Norden nach Süden vom Ostafrikanischen Graben durchzogen, in dessen Verlauf der Rudolfsee liegt. Am Grabenrand mächtige Vulkane (Kenia, Elgon). Sie gehören zu einem Gebirgsland mit Höhen bis zu 5201 m. Im äußersten Westen geht die Grenze gegen Tansania und Uganda durch den Ostzipfel des Viktoriassees. In dem günstigen Klima, das in den Bergländern regenreich und von tropischer Fruchtbarkeit ist, gedeihen Mais, Weizen, Zuckerrohr, Baumwolle, Kaffee, Tee. Ausgeführt werden Kaffee, Tee, Pyrethrum, Fleisch, Sisal, Häute und die geringe Ausbeute der Bodenschätze: Gold, Silber, Asbest, Kupfer und Soda.

Khmer = Kambodscha (Südostasien), Republik, seit Frühjahr 1975 unter der Herrschaft der Roten Khmer, mit 181035 qkm und 6,7 Millionen Einwohnern, überwiegend Kambodschanern, außerdem Chinesen und Annamiten. Hauptstadt Phnom Penh mit etwa 600000 Einwohnern. Zwischen Vietnam und Thailand am Golf von Siam gelegene große Beckenlandschaft, die vom Mekong durchflossen wird. Tropisches, vom Monsun beeinflusstes Klima. 74% des Landes sind von Wald bedeckt. In der trockenen, großenteils künstlich bewässerten Ebene ist der Reisanbau vorherrschend; ferner Baumwolle, Mais, Kardamom, Zuckerrohr, Kaffee, an der Küste Pfeffer und Kokospalmen, im Gebirge Gummibäume. Für die Ernährung der Bevölkerung ist der Fischfang von Bedeutung. Die Bodenschätze sind noch wenig ausbeutet.

Kolumbien (Südamerika), Republik, mit 1138914 qkm und 23,2 Millionen Einwohnern, davon im Hochland Mestizen und Weißen alt-

spanischer Abkunft, im Tiefland an den Küsten vor allem Mulatten und Neger. Hauptstadt Bogotá mit 2,8 Millionen Einwohnern. Im Westen wird das Land von mehreren Andenketten durchzogen, dazwischen erstrecken sich von Süden nach Norden drei Längstäler, die vom Río Magdalena, vom Río Cauca und vom Río Atrato durchflossen werden. An den Bruchrändern der Längstäler liegen einige mächtige Vulkankegel (Tolima mit 5215, Huila mit 5740 m). Die Anden senken sich nach Norden zum Bergland von Antioquia hinab, das zum Golf von Darién hin verläuft. Nahe der Küste des Karibischen Meeres erhebt sich aus dem Flachland die schneebedeckte Sierra Nevada de Santa Maria bis zu einer Höhe von 5770 m. Die östliche Hälfte des Landes wird von einem Fächer von Flüssen, die größtenteils zum Orinoco hin entwässern, in die „Mesas“ (Tafeln) zerschnitten, die entweder Savannencharakter haben oder von tropischem Regenwald bedeckt sind. Mehr als die Hälfte der Gesamtfläche des Landes trägt Wald. In dem tropischen Klima gedeihen Kaffee, Kakao, Tabak, Bananen, Mais, Reis, Weizen, Kartoffeln und Zuckerrohr, das in Fabriken des Landes verarbeitet wird. Eine große Rolle für die Ernährung und Wirtschaft spielt die extensiv betriebene Viehzucht mit Ausfuhr von Häuten und Fellen. Von den Bodenschätzen sind erwähnenswert: Gold, Silber, Platin, Uran, Kohle, Salz. In Kolumbien gibt es berühmt gewordene Fundstätten für Smaragde. Die Erdölförderung wächst von Jahr zu Jahr. Rasche Industrialisierung, gefördert durch den Bau von Kraftwerken.

Komoren (Ostafrika), Inselgruppe zwischen Madagaskar und der afrikanischen Ostküste, ehemaliges französisches Übersee-Territorium, seit Ende des Jahres 1975 unabhängig, mit 2171 qkm und etwa 280 000 Einwohnern: Mischbevölkerung aus Bantu-Madegassen, Arabern, Negern und Malaien. Verwaltungssitz Moroni mit 12 000 Einwohnern auf der Insel Groß-Komoro. 1975 soll ein Referendum über die Unabhängigkeit der Komoren entscheiden. Die Inseln sind gebirgig; auf Groß-Komoro der noch tätige Vulkan Kartala (2450 m). Ausfuhr von Vanille, Essenzen, Sisal, Kopra.

Kongo, früher Kongo, Dem. Rep. Kongo oder Kongo-Kinshasa → Zaïre

Kongo-Volksrepublik = Kongo-Brazzaville (Zentralafrika), Volksdemokratische Republik, mit 342 000 qkm und 1 Million Einwohnern, hauptsächlich Bantunegern. Hauptstadt Brazzaville mit 170 000 Einwohnern. Ausfuhr von Edelhölzern, Diamanten, Palmöl, Kaffee und Kakao.

Koreanische Volksdemokratische Republik (Ostasien), Volksrepublik in Nordkorea, mit 120 538 qkm und 15 Millionen Einwohnern: Koreaner paläomongolischer Rasse, vorwiegend des mandtschurischen Typs. Hauptstadt Pjöngjang mit über 1 Million Einwohnern. Waldreich, große Bodenschätze, vor allem Kohle und Eisen. Durch Ausnutzung der Wasserkräfte konnte sich eine bemerkenswerte Schwerindustrie entwickeln.

Korea (Südkorea), Republik, mit 98 479 qkm und 32,9 Millionen Einwohnern: Koreaner vorwiegend des kleineren mongol-malaiischen Typs. Hauptstadt Seoul mit 6,3 Millionen Einwohnern. Eine intensive Landwirtschaft erzeugt die wichtigsten Nahrungsmittel der Bevölkerung: Reis, Weizen, Gerste, Sojabohnen; außerdem für die Ausfuhr Baumwolle und Tabak. Viehzucht und Fischfang ergänzen den Nahrungsbedarf des Landes. Reiche Bodenschätze: Steinkohle, Eisen, Gold, Silber, Graphit, Wolfram, Kupfer, Mangan, Blei, Molybdän, Nickel, Asbest und Zink. Industrie stark entwickelt: Baumwollspinnereien, Seidenverarbeitung, chemische Industrie, Eisenhütten.

Kuba (Mittelamerika), Republik auf der gleichnamigen größten Insel der Antillen, allerdings bisher ohne eine Verfassung. Die alte Verfassung war 1959 abgeschafft worden, als Fidel Castro an die Macht kam. Sie soll jetzt durch eine neue Verfassung ersetzt werden. 114 524 qkm und 8,9 Millionen Einwohner, davon 70% Weiße überwiegend spanischer Abstammung, 12% Neger, 15% Mulatten. Hauptstadt La Habana mit 2 Millionen Einwohnern. Größtenteils Flachland, im Westen und Südosten Gebirgsketten bis zu 2560 m Höhe. Die Küste ist vielfach sumpfig und mit Mangrovetwäldern bedeckt. Dem tropisch-ozeanischen Klima verdankt das Land im Innern große Fruchtbarkeit. Hauptanbauprodukte sind Zuckerrohr, Kaffee, Tabak, Zitrusfrüchte, daneben



Der Ngorongoro-Krater (2400 m ü. d. M.) im Norden von Tansania nördlich des Lake Eyasi mit 20 km Durchmesser. Der Höhenunterschied zwischen Kraterwand und Kratersohle beträgt etwa 600 m



Die Niagarafälle an der Grenze zwischen Kanada und den USA stellen die Verbindung von Erie- und Ontariosee dar. Der linke kanadische Fall in Ontario, nach seiner Form „Hufeisenfall“ genannt, ist 900 m breit und 48 m hoch, der rechte amerikanische Fall ist 300 m breit und fällt 59,9 m hinab.

Die Skyline von Manhattan, dem Stadtteil von New York auf der Strominsel zwischen Hudson, Harlem und East River, ist mit dem Empire State Building (385 m, 102 Stockwerke) und ihren zahlreichen Wolkenkratzern das imposante Wahrzeichen der Neuen Welt.



Faserpflanzen. Kuba ist der größte Zuckerexporteur unter allen Ländern der Erde. Eisen-, Kupfer-, Chrom-, Nickel- und Manganerze werden in steigendem Maße ausgebeutet. Nationale Industrie im Aufbau.

Kuwait oder **Kuweit** (Arabien), Scheichtum, mit 17818 qkm und 880000 Einwohnern, überwiegend Arabern. Hauptstadt Kuwait mit 300000 Einwohnern. Seit 1946 wachsende Ausbeutung eines der größten Erdöllager der Erde.

Laos (Südostasien), bisher Königreich, seit 1975 volksdemokratische Republik, mit 236800 qkm und 3,2 Millionen Einwohnern. Hauptstadt Vientiane mit 170000 Einwohnern, Residenz Luang-Prabang. Das Bild des Landes ist von waldreichen Gebirgen geprägt. Anbau von Reis, Baumwolle, Kaffee und Tee. Hauptausfuhrartikel sind Zinn, Edelhölzer, Kaffee und Kardamom.

Lesotho (Südafrika), Königreich, das dem Britischen Commonwealth angehört, ehemaliges britisches Protektorat Basutoland. 30355 qkm und 930000 Einwohner. Hauptstadt Maseru mit 15000 Einwohnern. Bantuneger-Reservat. Vor allem extensive Viehzucht und Ackerwirtschaft. Bodenschätze: Diamanten und Edelsteine. Ausfuhr von Tieren, Diamanten, Wolle und Mohair. Das inmitten der Republik Südafrika liegende kleine Land hat neuerdings Ansprüche auf südafrikanisches Territorium angemeldet.

Libanon (Vorderasien), Republik an der Mittelmeerküste, im Norden und Osten an Syrien, im Süden an Israel angrenzend. 10400 qkm, 3 Millionen Einwohner, zumeist Araber und arabisches Mischvolk (Levantiner) mit Einschlägen türkischen Blutes. Hauptstadt Beirut mit 700000 Einwohnern. Das Land wird von Norden nach Süden von den Gebirgsmassiven des Libanon mit Gipfelhöhen bis zu 3083 m und des Antilibanon durchzogen, die durch das Längstal Beka getrennt sind. Auf dem fruchtbaren Küstenstreifen gedeihen mittelmeerische Fruchtbäume, Getreide, Tabak, Gemüse; in den Gebirgsgegenden ist der trockene, magere Boden vorwiegend zum Anbau von Getreide geeignet. Bodenschätze sind kaum vorhanden. Wenn sich trotzdem Industrie entwickeln konnte, so ist das vor allem aus der günstigen Lage

Libanons als Transitland für den Nahen Osten und als Endpunkt größerer Erdölleitungen zu erklären – eine Chance, die von der handelsfrohen Bevölkerung geschickt ausgenutzt wird.

Liberia (Westafrika), Republik an der afrikanischen Westküste. 1822 von der Philantropischen Amerikanischen Gesellschaft gegründet, die erste Gründung eines freien Negerstaates überhaupt. 111369 qkm und 1,6 Millionen Einwohner (nur geschätzt), ausschließlich Neger mit einer dünnen Führungsschicht von Abkömmlingen freigelassener Negerklaven aus den USA. Hauptstadt Monrovia mit 100000 Einwohnern. Das Landschaftsbild ähnelt dem anderer Staaten an der Westküste von Afrika: flache, unbewohnbare Mangroveküste, dahinter ein allmählich ansteigendes, mit Urwald bedecktes Plateau. In Küstennähe wird darum ausgesprochene Agrarwirtschaft betrieben: Anbau von Reis, Mais, Maniok, Kaffee, Kakao. Gewinnung von Kautschuk, Abbau reicher Eisenerzlager. Mit 29 Millionen BRT besitzt Liberia eine der größten Welt-handelsflotten.

Libyen (Nordafrika), seit 1969 Republik mit 1759450 qkm und 2,2 Millionen Einwohnern, vorwiegend Arabern. Hauptstadt Tripolis mit 400000 Einwohnern. Eine neue Hauptstadt, El Beida, befindet sich im Aufbau. Andere wichtige Städte: Bengasi (140000) und Derna (25000). Das Land besteht stark überwiegend aus Stein- und Sandwüste oder Steppe, nur im Bergland von Barka und an der Mittelmeerküste fällt regelmäßig Winterregen, der zusammen mit künstlicher Bewässerung die Voraussetzungen für Garten- und Ackerbau bietet. In einigen Oasen, vor allem in den Kufra-Oasen, wird durch ein kunstvolles Bewässerungssystem große Fruchtbarkeit erzielt. Ausfuhr: Erdöl, Datteln, Olivenöl, Feigen, Mandeln, Wein und Apfelsinen; außerdem Felle und Alfagras. Die überaus reichen Erdölfunde sind in den letzten Jahren zu einer alles überragenden Einnahmequelle geworden.

Liechtenstein (Europa), Fürstentum zwischen dem österreichischen Vorarlberg und der Schweiz, mit 160 qkm und 22800 Einwohnern. Hauptstadt Vaduz mit 3921 Einwohnern. Das kleine Land liegt an der Westabdachung des Rätikons über dem Tal des Alpenrheins.

Seine Bewohner betreiben kaum Agrarwirtschaft, denn von der gesamten Bodenfläche sind 44% Grasland und 25% Wald. Die Industrialisierung macht in dieser Steueroase Fortschritte; auch wird das Land als Sitz von Holding- und Aktiengesellschaften, Banken und Versicherungen bevorzugt. Wichtig ist ferner der Fremdenverkehr.

Luxemburg (Europa), Großherzogtum zwischen Deutschland, Belgien und Frankreich, mit 2586 qkm und 350000 Einwohnern, vor allem deutsch- und französischsprachigen Luxemburgern. Hauptstadt Luxemburg mit 76000 Einwohnern. Im Norden (Ösling) ist das Land durch Flußtäler stark zerfurcht, im Süden (Gutland) baut sich das lothringische Stufenland allmählich ab. Die Landwirtschaft überwiegt bei weitem; es werden angebaut: Weizen, Futtergetreide, Kartoffeln, Futterrüben, Obst, Gemüse, dazu im Moseltal Wein. Die Viehwirtschaft hat beachtliche Ausmaße und erzeugt für den Export Fleisch und Butter. Ein wichtiges Ausfuhrgut sind Rosen. Auf Grund der reichen Eisenerzlager (Minette) konnte sich eine sehr bedeutende Eisen- und Stahlindustrie entwickeln, die dem Land sein wirtschaftliches Gewicht gibt.

Macao = Macau (Ostasien), zur Zeit noch portugiesische Überseeprovinz an der Mündung des Kantonflusses, mit 16 qkm und 248000 Einwohnern, vor allem Chinesen. Hauptstadt Macao. Für die Ernährung der Bevölkerung spielt der Fischfang eine große Rolle. Darüber hinaus sind für Macao der Fremdenverkehr, die Spielklubs und die Vergnügungsindustrie wichtig. Unabhängigkeit seitens des Mutterlandes zugesichert.

Madegassische Republik = Madagaskar (Südostafrika), größte afrikanische Insel, Republik mit 587041 qkm und 7,2 Millionen Einwohnern, vor allem malaiischen und negritischen Stämmen. Hauptstadt Tananarive mit 351000 Einwohnern. Die Insel wird durch die Straße von Mosambik vom afrikanischen Festland getrennt. Sie ist 1580 km lang und bis zu 580 km breit, damit die viertgrößte Insel der Erde. Größtenteils gebirgig, im Osten vulkanische Gebirgsketten mit tropischem Urwald; im Westen Savannen und Tiefebene. Zu einem hohen Prozentsatz tropisches Agrar-

land, auf dem Reis, Maniok, Mais, Kartoffeln, Tapioka, Erdnüsse, Kaffee, Tabak, Zuckerrohr und viele andere subtropische Erzeugnisse gedeihen. Die Urwälder liefern kostbare Edelhölzer. Bergbau und verarbeitende Industrie sind noch wenig entwickelt, wenn auch Glimmer, Graphit und Edelsteine gewonnen werden.

Malawi (Südafrika), früher Njassaland, unabhängiger Staat im Britischen Commonwealth, mit 118484 qkm und 4,8 Millionen Einwohnern, von denen die meisten Bantuneger sind; einige tausend Briten, Inder und Mischlinge. Hauptstadt Zomba mit 20000 Einwohnern. Ausfuhr von Tabak, Tee, Hülsenfrüchten, Erdnüssen und Baumwolle.

Malaysia (Südostasien), Wahlmonarchie, bestehend aus den 11 Staaten der Föderation (Westmalaysia) sowie Sabah und Sarawak (Ostmalaysia). 332955 qkm, 11 Millionen Einwohner, davon 50% Malaier, 37% Chinesen, 11% Inder. Hauptstadt Kuala Lumpur mit 452000 Einwohnern. Der Ernährung der Bevölkerung dienen der Anbau von Reis und die Fischerei. Wichtigste Ausfuhr Güter sind: Kautschuk, Kopra sowie Zinn, Bauxit, Mangan, Wolfram und Braunkohle.

Malediven (Südostasien), eine Gruppe vieler kleiner Koralleninseln im Südwesten von Vorderindien, Präsidiale Republik im Britischen Commonwealth, mit 298 qkm und 120000 Einwohnern, vorwiegend Mischlingen von Indern und Arabern. Hauptort und Hafen Malé mit 14000 Einwohnern. Ausgeführt werden Kokosnüsse und -fasern, Kopra, Trockenfisch und Schildpatt.

Mali (Westafrika), Republik, mit 1240142 qkm und 5,4 Millionen Einwohnern, vor allem Sudanegern, Fulbe, Tuareg. Hauptstadt Bamako mit 189000 Einwohnern. Ausgeführt werden Baumwolle und Erzeugnisse der Viehzucht, Fische und Erdnüsse.

Malta (Insel im Mittelmeer), autonomer Staat im Britischen Commonwealth, mit den Nebeninseln Gozo, Comino u. a. 316 qkm und 320000 Einwohner. Hauptstadt ist der Kriegshafen La Valetta mit 17600 Einwohnern. In dem mittelmeerischen Klima gedeihen Südfrüchte und Kartoffeln. Für die Ernährung

der Bevölkerung ist die Fischerei wichtig. Zur Ausfuhr kommen Textilien, Kartoffeln, Blumen und Zwiebeln.

Malwinen = Falklandinseln (Südamerika), britische Kronkolonie, von Argentinien beansprucht, vor der patagonischen Küste im äußersten Süden des südamerikanischen Kontinents, mit 11 961 qkm und 2100 Einwohnern. Hauptort Port Stanley. Die beiden größeren Inseln – Ostfalkland und Westfalkland – sind von zahlreichen kleinen Inseln umgeben. Die Oberflächen der Inseln sind hügelig, das Klima ist unwirtlich. Die Bevölkerung ernährt sich von Schafzucht und Fischerei. Die Inseln werden regelmäßig von den Walfangflotten angelaufen, die hier ihren Versorgungsstützpunkt haben.

Marianen (Inselgruppe im Pazifik), seit 1976 mit den USA assoziierter autonomer Staat. 404 qkm und 13 000 Einwohner, ausschließlich Mikronesier. Hauptstadt Susupu auf der Insel Saipan. Korallen- und Vulkaninseln mit tropischem Klima. Ausgeführt werden Zuckerrohr und Kopra.

Marokko (Nordafrika), Königreich, mit 458 730 qkm und 16,3 Millionen Einwohnern: hauptsächlich Araber und arabisierte Berber, 4 Millionen reine Berber und 90 000 Europäer, in erster Linie Franzosen. Hauptstadt Rabat mit 530 366 Einwohnern; größte Stadt Casablanca (Dar-el-Beida) mit 1,5 Millionen Einwohnern. Marokko wird in seiner ganzen Länge von den Ketten des Atlas durchzogen; der Hohe Atlas erreicht im Dschebel Toubkal eine Höhe von 4165 m. Nach Süden dacht sich das Gebirge zu den Steppen und Wüsten der Sahara ab, im Nordwesten zu einer fruchtbaren Küstenebene. Soweit möglich, betreibt die Bevölkerung Agrarwirtschaft; erzeugt werden Weizen, Mais und Gerste, mit Abstand dahinter Hülsenfrüchte, Obst, Wein, Oliven, Zitrusfrüchte, Mandeln, Feigen, Gemüse. Auch Weidewirtschaft und Fischfang spielen eine große Rolle. Das Land ist reich an Bodenschätzen: Phosphate, Eisenerz, Mangan, Kobalt, Arsen, Nickel, Blei, Zinn und Silber. Die im Aufbau begriffene Industrie verarbeitet in erster Linie landwirtschaftliche Produkte und heimische Erze.

Marshall-Inseln (Pazifik), Atollgruppe im östlichen Mikronesien, bis zum ersten Weltkrieg deutsches Kolonialgebiet, seit 1947 UN-Treuhandgebiet der USA. 181 qkm mit 23 000 Einwohnern, Mikronesiern. Die Hauptinsel ist Jaluit, der Hauptort Majuro auf der gleichnamigen Insel. Die Inselgruppe besteht aus zwei Inselreihen, der Ratak- und der Ralikgruppe. Zu dem Archipel gehören auch die Inseln Eniwetok und Bikini, auf denen die Amerikaner ihre Atombombenversuche durchgeführt haben. Ausfuhr von Kopra und Kakao.

Martinique (Westindien), Insel der Kleinen Antillen, Überseeisches Département Frankreichs, mit 1102 qkm und 342 000 Einwohnern, Mulatten und Negern. Hauptstadt Fort-de-France mit 100 000 Einwohnern. Das Wahrzeichen der Insel ist der Vulkan Mont Pelée, der in den vergangenen Jahrzehnten häufig bedrohlich tätig wurde. Der schwerste Ausbruch ereignete sich 1902, als durch eine einzige Glutwelle die Stadt St.-Pierre dem Erdboden gleichgemacht wurde. Dem Unglück entkam damals ein einziger Mensch, und das war ein Zuchthäusler; 28 000 Menschen wurden Opfer des Vulkans. Angebaut werden auf der Insel vorwiegend Zucker, Bananen, Süßkartoffeln und Ananas. Ausgeführt werden vor allem Zucker und Rum.

Maskarenen → Mauritius

Maskat → Oman

Matsu → Taiwan

Mauretanien (Westafrika), Republik, mit 1 030 700 qkm und 1,3 Millionen Einwohnern, arabisch-berberische Mischbevölkerung („Mauren“). Hauptstadt Nouakchott mit 55 000 Einwohnern, Hafen Nouadibou (Port-Étienne). Größtenteils Wüste, nomadische Viehzucht. Reiche Eisenerz- und Kupferlager, die mehr und mehr genutzt werden. Die Eisenerze werden ausschließlich exportiert.

Mauritius (Indischer Ozean), eine der Maskarenen-Inseln östlich von Madagaskar, unabhängiger Staat im Britischen Commonwealth, mit 2045 qkm und 850 000 Einwohnern: Inder, außerdem Weiße und Mischlinge. Hauptstadt Port Louis mit 140 000 Einwohnern. Zu Mauritius gehört auch die Insel Rodrigues. An-

gebaut und ausgeführt werden vor allem Zuckerrohr und Hanf.

Mexiko (Nord- und Mittelamerika), Vereinigte Mexikanische Staaten, Republik, mit 1972 547 qkm und 54,3 Millionen Einwohnern, davon 55% Mestizen, 29% Indios, 15% Kreolen, nur wenige Neger. Bundeshauptstadt Mexiko (Ciudad de México) mit 3 Millionen Einwohnern einschließlich der Vororte. Andere große Städte: Guadalajara (1,2), Gustavo A. Madero (1,2), Monterrey (858 000), Netzahualcoyotl (580 000), Azcapotzalco (545 500), Ixtapalapa (535 600), Puebla de Zaragoza (522 000). Mit der größten Landmasse hat Mexiko noch Anteil an Nordamerika, im Süden nimmt es etwa die Hälfte der mittelamerikanischen Landbrücke ein. Es besteht fast ausschließlich aus einem 1000–2500 m hohen Hochland, das gegen den Pazifik und den Atlantik durch Gebirgsgürtel (Sierra Madre Oriental und Sierra Madre Occidental) abgeriegelt wird. Im Süden, wo sich die beiden Ketten vereinigen, erheben sich mächtige Berge. Der höchste ist der Citlaltépetl oder Pico de Orizaba mit 5700 m. Einige unter ihnen, so der Citlaltépetl und der Popocatepetl, sind noch tätige Vulkane. Das Klima wechselt von heißen Wüstengebieten und tropischem Urwald bis zu den gemäßigten bis kalten Zonen im Hochland. Große Teile des Landes sind, soweit nutzbar, Agrarland. Die bei weitem wichtigste Körnerfrucht ist Mais, im Hochland werden auch Weizen und Gerste angebaut, im Küstenland Reis; ferner Bohnen, Tomaten. Auch Anbau von Zuckerrohr, Kaffee, Kakao, Kopra, Sisal, Bananen, Ananas, Kautschuk und Baumwolle. In einigen Gegenden viel Viehzucht. Die Wälder liefern Edelhölz. Von alters her – schon lange vor der Entdeckung Amerikas – wurde Bergbau betrieben. Mexiko hat reiche Vorkommen an Silber, Blei, Zink, Gold, Eisenerz, Kupfer, Antimon, Kadmium und Mangan, außerdem Quecksilber, Molybdän, Wismut, Wolfram, Zinn und Schwefel. Auch Steinkohle, Erdöl und Erdgas werden in wachsendem Maße gewonnen. Rasche Entwicklung der Industrie.

Moçambique → Mosambik

Monaco (Europa), Fürstentum an der Côte d'Azur, mit 1,87 qkm und 23 600 Einwohnern, von denen nur etwa 3000 eigentliche Monegassen sind. Die bevorzugte Lage, die medi-

terrane Vegetation, das milde Klima und die weltberühmte Spielbank in Monte Carlo haben Monaco zu einem Fremdenverkehrszentrum ersten Ranges gemacht. Wichtiger ist jedoch heute die vielfältige Industrieproduktion.

Mongolische Volksrepublik (Ostasien) mit geschätzten 1,57 Millionen qkm und 1,4 Millionen Einwohnern, überwiegend Mongolen, daneben Burjäten und Kirgisen, Russen und Chinesen. Hauptstadt Ulan-Bator mit 267 000 Einwohnern. Die nördliche Hälfte des Landes wird von den Ketten des Großen Altai und des Mongolischen Altai sowie des Changaigebirges eingenommen, nach Süden und Südosten schließt sich die Wüste Gobi an. Noch weitgehend unerschlossenes Land. Eine Eisenbahnverbindung gibt es nur von der Hauptstadt nach Ulan-Ude an der sowjetischen Transsibirischen Bahn und nach China. Hauptwirtschaftszweig ist die Viehzucht (Rinder, Schafe, Schweine, Ziegen, Pferde, Kamele). Der Ackerbau ist gering; er beschränkt sich auf Weizen, Kartoffeln, Hafer und Gerste. Die Ausbeutung der Bodenschätze – Kohle, Gold, Wolfram, Alabaster, Mangan und Zink – steckt noch in den Anfängen.

Mosambik = Portugiesisch-Ostafrika, ehemals Überseeische Provinz Portugals gegenüber Madagaskar, mit 783 030 qkm und 8,5 Millionen Einwohnern: hauptsächlich Bantuneger, an der Küste mit arabischem Einschlag, im Süden auch Zulu, ferner Weiße, Inder und Mischlinge in geringer Zahl. Hauptstadt Lourenço Marques mit 250 000 Einwohnern. Flachküste im ganzen Küstenverlauf von der Mündung des Rovuma bis zur Delagoa-Bai. Im Süden des Landes Steppe mit einzelnen Bergzügen, im Norden Tafelland mit Gebirgen, deren höchste Erhebungen sich am Ostufer des Njassa- oder Malawisees befinden (Msenga, 3000 m). Klima an der Küste tropisch-heiß und feucht, im Innern trockener und gesünder. Dort werden Eingeborenen- und Pflanzungswirtschaft betrieben. Ausgeführt werden Baumwolle, Zucker, Tee, Edelhölzer, Kopra, Sisal, Muschelschalen. Die Bodenschätze sind noch nicht hinreichend erforscht. – In einem von Portugal mit der Freiheitsbewegung Frelimo abgeschlossenen Vertrag wurde Mosambik im Juni 1975 in die Unabhängigkeit entlassen.

Namibia (Südwestafrika), die frühere deutsche Kolonie Südwestafrika, von der Republik Südafrika seit 1920 als Völkerbundsgebiet bzw. UN-Treuhandgebiet verwaltet und als Teil ihres Staatsgebietes betrachtet. Die UNO-Vollversammlung entzog der Republik 1966 das Mandat und beschloß ein Jahr darauf die Einsetzung einer UNO-Verwaltung über das Gebiet, das als Namibia unabhängig werden soll. Dieser Entschluß blieb vorerst noch ohne praktische Bedeutung, da Südafrika die Zuständigkeit der UNO nicht anerkennt. Südwestafrika umfaßt 824 292 qkm (mit Walfischbucht) und zählt 746 000 Einwohner, davon 90 000 Weiße, 343 000 Ovambos, 65 000 Damaras, ferner Hottentotten, Buschmänner, Kavangos, Namas u.a. Hauptstadt Windhuk (Windhoek) mit 72 000 Einwohnern. Die Küste und ein 100 bis 150 km breiter Küstenstreifen der Wüste Namib sind verkehrs- und siedlungsfeindlich. Dahinter steigt das Land in Stufen zu dem 1000 bis 1500 m hohen halbwüstenhaften, im Norden von Steppe und Trockenwald bedeckten Hochland mit aufgesetzten Gebirgsstöcken bis zu 2606 m (Brandberg) an, das sich weiter nach Osten zur Kalahari-Wüste absenkt. Die Eingeborenen ernähren sich von Ackerbau und Viehzucht, die Weißen betreiben ebenfalls in großem Stil Viehzucht (Schafe und Rinder). Den Hauptanteil am Export liefert der Bergbau, der vor allem Diamanten fördert; ferner Kupfer, Zink, Blei, Zinn, Silber, Mangan, Kadmium, Vanadium, Wolfram und Lithium. Eine große Rolle spielt der Fischfang, dessen Produkte von der einheimischen Industrie verarbeitet werden. Außer Diamanten sind die wichtigsten Ausfuhrsgüter Fleisch, Molkereiprodukte und Karakulfelle.

Nauru (Ozeanien), Koralleninsel zwischen den Marshall-Inseln und dem Melanesischen Archipel. Früher deutsche Kolonie, heute Republik im Britischen Commonwealth, 21,4 qkm, 6768 Einwohner, Mikronesier und Chinesen. Phosphatgewinnung aus reichen Guanolagern.

Nepal (Südasiens), Königreich am Fuße des Himalaja zwischen Indien und China, mit 140 797 qkm und 11,5 Millionen Einwohnern: indische und tibetische Stämme, Gurkhas. Hauptstadt Katmandu mit 195 000 Einwohnern. Das Land umfaßt den mittleren Teil der Süabdachung des Himalaja mit einigen der

höchsten Berge (Mount Everest, Gaurisankar, Anapurna, Dhaulagiri). Ackerbau kann nur in den Gebirgstälern betrieben werden; angebaut werden: Reis, Weizen, Hirse, Zuckerrohr, Tabak, Tee, Jute und Früchte. Die Viehzucht dient weitgehend der Eigenernährung. Die Wälder liefern Edelhölzer. Bergbau und Industrie stecken noch in den Anfängen.

Neue Hebriden (Ozeanien), zu Melanesien gehörige Inselgruppe, britisch-französisches Kondominium, mit 14 763 qkm und 90 000 Einwohnern: Melanesier und Polynesier. Hauptstadt Vila = Franceville mit 8 100 Einwohnern. Ausfuhr von Kopra, Kaffee und Kakao.

Neuguinea (Ozeanien), zweitgrößte Insel der Erde nördlich von Australien. Der früher niederländische westliche Teil gehört heute als „Irian“ zu Indonesien. Er umfaßt 412 781 qkm und zählt etwa 900 000 Einwohner. Hauptstadt Djajapura. Der Südosten der Insel, Papua Niugini, soll in Kürze selbständig werden. → Papua Niugini.

Neukaledonien (Ozeanien), Inselgruppe südlich der Neuen Hebriden (nordöstlich von Australien), ist seit 1854 französischer Besitz. Zusammen mit den dazugehörigen Loyauté-Inseln 19053 qkm und 120 000 Einwohner: Melanesier und französische Europäer. Hauptstadt Nouméa mit 55 000 Einwohnern auf der Hauptinsel. Diese ist fast 400 km lang und 16 712 qkm groß; sie wird von einem Gebirge durchzogen und von Saumriffen begleitet. Ausgeführt werden vor allem Nickel-, Chrom- und Manganerze, ferner Kaffee, Kopra, Baumwolle und Nutzhölzer. Die Bevölkerung ernährt sich von Hackbau, Jagd und Fischerei.

Neuseeland (Ozeanien), aus zwei Haupt- und mehreren kleineren Inseln bestehend, ist als selbständiger Staat Mitglied des Britischen Commonwealth. 268 675 qkm, 3 Millionen Einwohner, fast ausschließlich englischer und schottischer Abstammung, außerdem 227 000 polynesischer Maori. Hauptstadt Wellington mit 195 000, größte Stadt Auckland mit 650 000 Einwohnern. Die beiden Hauptinseln werden durch die Cookstraße voneinander getrennt. Die Nordinsel ist fruchtbares Hügelland, das sich in der Inselmitte zu einem Gebirge bis zu 2796 m erhebt. Sie hat stark vulkanischen Cha-

rakter und besitzt tätige Vulkane, heiße Quellen und Geiser. Die Südinself wird von einem Gebirgrücken durchzogen, dessen höchste Erhebung der Mount Cook mit 3764 m ist. Subtropisches bis gemäßigtes Klima, hauptsächlich Viehzucht; Neuseeland ist einer der größten Exporteure von Wolle, Fleisch, Butter und Käse. Bodenschätze, außer Stein- und Braunkohle sowie Salz, nicht bemerkenswert. Große Wasserkraftwerke fördern die industrielle Entwicklung des Landes.

Ngwane → Swasiland

Nicaragua (Mittelamerika), Republik, mit 148435 qkm und 2 Millionen Einwohnern: 60% Mestizen, 33% Indianer, sonst Neger und Mulatten. Hauptstadt Managua mit über 300000 Einwohnern. Das Land ist im Norden gebirgig, im Osten Schwemmland und Korallenküste; der Isthmus von Nicaragua im Süden wird von großen, zum Teil tätigen Vulkanen gesäumt. Klima und Vegetation sind tropisch. Angebaut werden Mais, Reis, Bohnen, Zuckerrohr, Ananas, Bananen, Sesam, Kakao. Für den Export wichtig sind die Kaffeeplantagen und Baumwollkulturen. Gold- und Kupfergewinnung.

Niederlande (Europa), Königreich, mit 40844 qkm und 13,4 Millionen Einwohnern. Hauptstadt Amsterdam mit 807000, Residenz Den Haag mit 526000 Einwohnern. Weitere wichtige Städte: Rotterdam (1), Utrecht (275000), Eindhoven (345000), Haarlem (239000). Größtenteils Flachland, im Norden viele Moore und Heide; im Süden vom Mündungsgebiet des Rheins, der Maas und der Schelde beherrscht; nach der Nordseeküste zu überwiegend deichgeschütztes Polderland. Eine hochintensivierte Landwirtschaft hat den Vorrang: 24,9% der Bodenfläche sind Ackerland, 35,9% Wiesen und Weide, 8,1% Wald. Starker Gemüse- und Obstanbau, Blumenzucht; bedeutende Viehzucht, vor allem auch von Geflügel. Bemerkenswerter Fischfang. Große Erdgasvorkommen. Vielfältige hochentwickelte Industrie.

Niederländische Antillen (Westindien), autonomes Überseegebiet der Niederlande, 1011 qkm und 215000 Einwohner, überwiegend Neger und Mulatten. Hauptstadt Willemstad auf Curaçao mit über 100000 Einwohnern. Landwirtschaft unbedeutend, Ernährung der Be-

völkerung durch Ausfuhr. Trotzdem wirtschaftlicher Wohlstand durch große Erdölverarbeitung und -ausfuhr. Lebhafter Schiffs- und Fremdenverkehr.

Niger (Westafrika), frühere französische Kolonie, heute Republik. 1267000 qkm, 4,3 Millionen Einwohner: Haussa, Sudaner, Fulbe, Tuareg. Hauptstadt Niamey am Niger mit über 100000 Einwohnern. Das Land schließt nordwärts an Nigeria an und erstreckt sich weit in die Sahara hinein, die Grenze im Osten bildet eine Linie vom Tschadsee bis zum Tibesti-Gebirge an der libyschen Grenze, die Westgrenze folgt etwa dem Mittellauf des Niger. Große Wüstengebiete, wenig landwirtschaftliche Nutzungsmöglichkeiten. Anbau von Hirse, Maniok, Reis, Baumwolle und Erdnüssen. Viehzucht. Ausfuhr von Erdnüssen, Vieh, Erdnußöl, Häuten und Fellen. Bei Arlit westlich des Air-Berglandes reiche Uranerzvorkommen.

Nigeria (Westafrika), aus 12 Bundesländern, darunter dem Norden des Treuhandgebietes Britisch-Kamerun, der sich 1961 an Nigeria anschloß, bestehende unabhängige Republik im Britischen Commonwealth, mit 923768 qkm und 79,8 Millionen Einwohnern: verschiedene Sudanerstämmen, ferner Fulbe, Haussa, Tuareg und Kanuri. Hauptstadt Lagos mit 1,5 Millionen Einwohnern. Teilweise sumpfige Mangrove- und Ölpalmwälder an der Küste, Savanne auf der Hochfläche des Inlands, ganz im Norden Steppe. Hauptnahrungsmittel sind Hirse, Süßkartoffeln, Maniok, Reis und Mais. Im Norden treiben die Eingeborenen Viehzucht. Wichtige Agrarprodukte für die Ausfuhr sind Kakao, Erdnüsse, Palmkerne und Palmöl, daneben Baumwolle, Naturkautschuk, Tabak, Gewürze. Wichtigste Bodenschätze sind Erdöl, Kohle, Zinn und Kolumbit. Von 1966 bis 1970 gefährdeten separatistische Bestrebungen das Land. Dabei wurde nach blutigen Kämpfen u. a. auch Biafra wieder eingegliedert.

Nordrhodesien → Sambia

Norwegen (Europa), Königreich, mit 324219 qkm und 3,96 Millionen Einwohnern. Außenbesitzungen: Svalbard (Spitzbergen und Bäreninsel) mit 62050 qkm und 4225 Einwohnern, Jan Mayen sowie in der Antarktis die Bouvet-Insel, Peter I.-Insel und Königin-Maud-Land. Hauptstadt Oslo mit 550000 Einwohnern.

Weitere Großstädte: Bergen (212000) und Trondheim (130000). Die Westküste ist durch zahlreiche Fjorde und vorgelagerte Felseninseln stark gegliedert. Der Süden des Landes erhält sein Gepräge durch das von Gletschern bedeckte „Skandinavische Hochland“ mit Gipfeln bis zu 2472 m (Glittertind). Im Norden reicht Norwegen weit über den Polarkreis hinaus bis zum Nordkap. Das felsige Land bietet nur wenig Möglichkeiten zur landwirtschaftlichen Nutzung: von 32 Millionen ha Landfläche dient lediglich etwas über eine Million der Agrarwirtschaft. Dagegen sind die Viehzucht und der Fischfang von größerer Bedeutung. Norwegen besitzt eine der größten Handelsflotten der Erde. An Bodenschätzen werden gefördert: Eisen, Pyrit, Kupfer, Molybdän, Blei, Zink und Titan. Dank reicher Wasserkräfte konnten sich die Aluminiumproduktion und chemische Industrie entwickeln. Große Ölfunde in der Nordsee in jüngster Zeit können für Norwegen von höchster wirtschaftlicher Bedeutung werden.

Njassaland → Malawi

Obervolta (Westafrika), Republik, mit 274 200 qkm und 5,7 Millionen Einwohnern: vorwiegend Sudanneger (Mossi), ferner Fulbe, Haussa, Tuareg. Hauptstadt Wagadugu mit 125 000 Einwohnern. Ausfuhr von Vieh, Viehprodukten, Baumwolle und Erdnüssen.

Oman, früher **Maskat** (Arabien), unabhängiges Sultanat, mit 212 457 qkm und 720 000 Einwohnern, vorwiegend Arabern, aber auch Negern und Indern. Hauptstadt Maskat mit 6200 Einwohnern. 1967 Beginn der Erdölförderung, die heute bereits bedeutend ist.

Osterinsel (Südsee), chilenischer Besitz mit 180 qkm und 800 Einwohnern polynesischer Rasse. Langustenfischerei.

Österreich (Europa), Bundesrepublik aus 9 Ländern mit 83 850 qkm und 7,5 Millionen Einwohnern. Hauptstadt Wien mit 1,6 Millionen Einwohnern. Wichtige andere Städte siehe Aufstellung „Die Bundesländer der Republik Österreich“. Den überwiegenden Teil der Bodenfläche nehmen die Ostalpen in Anspruch, die in den Hohen Tauern mit 3797 m (Großglockner) ihre größte Höhe erreichen. Nur im nördlichen Alpenvorland, im Wiener Becken und im Burgenland ist die Landschaft hügelig oder flach. Unter Ausnutzung der durch die Gebirgsformationen beschränkten Möglichkeiten Ackerbau und Viehzucht, Anbau von Weizen, Roggen, Hafer, Mais, Kartoffeln, Zuckerrüben; in Niederösterreich und im Burgenland Weinbau. Starke Viehwirtschaft und Waldnutzung. An Bodenschätzen gibt es Braunkohle, Eisenerze, Magnesit, Blei, Zink, Kupfer, Antimon, Graphit. Erdöl und Erdgas

Die Bundesländer der Republik Österreich

Bundesland	Größe in qkm	Einwohner	Einwohner je qkm	Hauptstadt	Einwohner
Niederösterreich	19 170	1 414 900	74	Wien	1 614 800
Steiermark	16 386	1 192 400	73	Graz	248 500
Tirol	12 648	540 700	44	Innsbruck	115 100
Oberösterreich	11 978	1 223 400	104	Linz	202 800
Kärnten	9 533	525 700	56	Klagenfurt	74 300
Salzburg	7 154	401 700	57	Salzburg	128 800
Burgenland	3 965	272 000	69	Eisenstadt	10 000
Vorarlberg	2 601	271 500	101	Bregenz	22 800
Wien (Bundesunmittelbare Stadt)	441	1 614 800	3 954		
	83 876	7 457 100			

sind für die österreichische Wirtschaft von großer Bedeutung. Durch intensive Ausnutzung der Wasserkräfte ist die Industrie sehr gefördert worden. Hauptindustriegebiete sind in der Umgebung von Linz (Schwerindustrie), in den Tälern von Mur und Mürz (ebenfalls Schwerindustrie), im Wiener Becken (Textilindustrie, metallverarbeitende und chemische Werke) und in Vorarlberg (Textilindustrie). Eine große Rolle spielt der starke Fremdenverkehr.

Pakistan (Südasiens), Republik und unabhängiges Mitglied des Britischen Commonwealth. 803 940 qkm und 66,5 Millionen Einwohner. Der Name des Landes entstand nach der Teilung Indiens 1947 durch die Zusammenfassung der Provinznamen Pandschab, Afghanistan, Kaschmir, Sind und Belutschistan. Hauptstadt Islamabad mit etwa 250 000 Einwohnern. Weitere wichtige Städte: Karatschi (3,5), Lahore (2,2). Pakistan macht große Anstrengungen, um eine gesunde Wirtschaft aufzubauen. Ungefähr ein Viertel der gesamten Bodenfläche wird landwirtschaftlich genutzt. Wichtige Bodenfrüchte sind Reis, Weizen, Hirse, Mais, Zuckerrohr, Raps und Hülsenfrüchte; ferner Tabak, Tee, Datteln und an Industriepflanzen Baumwolle, Jute und Ölsaaten. Die Viehzucht dient außer der Ernährung der Bevölkerung auch der Gewinnung von Wolle und Häuten. Bodenschätze sind nur in geringem Maße vorhanden: Kohle, Chromerz, Antimon, außerdem kleine Erdölvorkommen.

Palästina (Vorderasien), historische Landschaft zwischen dem östlichsten Mittelmeer und der Grabenbruchzone des Jordan-Flusses und des Toten Meeres. Nach dem ersten Weltkrieg war Palästina bis 1948 britisches Mandatsgebiet. 1949 wurde es durch die Vereinten Nationen zwischen → Israel und → Jordanien aufgeteilt. Seitdem ist dieser Teil des Nahen Ostens nicht mehr zur Ruhe gekommen; aus den Reihen der arabischen Palästinaflüchtlinge entstanden Guerillabewegungen und die Palästinensische Befreiungsfront. Es kam bereits zu mehreren kriegerischen Auseinandersetzungen zwischen Israel und den Nachbarstaaten, und auch nach dem letzten Krieg im Herbst 1973 schwelt der Konflikt in unheilvoller Weise weiter.

Palauinseln (Südsee), die westlichste Inselgruppe Mikronesiens, bis zum ersten Weltkrieg deut-

scher Besitz, danach japanisches Völkerbundsmandat und seit 1947 UN-Treuhandgebiet der USA. 487 qkm mit 12 700 Einwohnern. Hauptort ist Koror. Die meisten Inseln sind Korallenatolle, die größte Insel Babelthup mit 396 qkm ist dagegen gebirgig. Exportiert werden Kopra, Phosphat und Bauxit.

Panama (Mittelamerika), Republik auf der nur 60 km breiten Landenge von Panama zwischen Atlantik und Pazifik, mit 75 650 qkm und 1,6 Millionen Einwohnern, meist Mestizen, Neger und Mulatten. Hauptstadt Ciudad de Panamá mit 550 000 Einwohnern. Das kleine Land ist sehr gebirgig, besitzt große Vulkane (Chiriqui mit 3478 m) und ist größtenteils von Urwald bedeckt. Für den Staat bildet der Panamakanal die wichtigste Einnahmequelle. An dem Kanal sind vornehmlich die Amerikaner interessiert, weil durch ihn der Seeweg von der Ostküste Nordamerikas nach Japan und Ostasien um 6–7000 km verkürzt wird. Sie zahlen darum an Panama für den Kanal und die insgesamt 16 km breite Kanalzone eine hohe Pacht. Angebaut werden im Land Mais, Reis, Maniok, Bananen, Kaffee, Kakao, Tabak und Zuckerrohr.

Papua Niugini (Ozeanien), der nordöstliche und südöstliche Teil der Insel Neuguinea, wird voraussichtlich schon im Laufe des Jahres 1975 ein selbständiger Staat im Verband des Britischen Commonwealth. Der Nordosten der Insel war unter dem Namen Kaiser-Wilhelms-Land bis zum ersten Weltkrieg deutscher Besitz und wurde dann australisches Mandatsgebiet, 1946 UN-Treuhandgebiet unter australischer Verwaltung; der Südosten Neuguineas, bis 1906 britisch, war unter dem Namen Papuaterritorium bislang australischer Besitz. Die als Papua Niugini vereinigten Gebiete haben seit Ende 1973 innere Autonomie. Sie umfassen zusammen 461 691 qkm und haben 2,6 Millionen Einwohner. Die Bevölkerung besteht hauptsächlich aus Papuas, in den Küstengebieten des Südwestens und Nordens z.T. malaiische, an der Nordküste auch melanesische Gruppen. Außerdem 40 000 Weiße, hauptsächlich Australier. Das Land ist weitgehend unerschlossen. Angebaut werden Kaffee, Baumwolle, Jute, Bananen; für den Export genutzt werden Edelhölzer, Kopra und Kautschuk. An Bodenschätzen werden Gold und Silber gewonnen;

Platin, Bauxit, Kupfer und Zinn konnten festgestellt werden. Auch Erdöl ist vorhanden, wird aber ebenfalls vorerst noch wenig genutzt.

Paraguay (Südamerika), Republik zwischen Brasilien, Argentinien und Bolivien, mit 406 752 qkm und 2,7 Millionen Einwohnern, fast ausschließlich Mestizen, nur noch wenige reine Indianer. Hauptstadt Asunción mit 437 000 Einwohnern. Das Land ist überwiegend hügelig, geht aber nach Nordosten ins Hochland des Matto Grosso über, im Norden hat Paraguay Anteil an der fruchtbaren, aber wegen ihrer Unwegsamkeit wirtschaftlich kaum genutzten Anschwemmungsebene des Chaco, um das zwischen Bolivien und Paraguay 1932–35 erbittert gekämpft wurde. Von der Bodenfläche sind 51% mit Wald bedeckt, 25% Weidefläche und nur 2,3% Ackerland. Maniok, Mais und Ölfrüchte dienen der Eigenernährung, während Zuckerrohr, Baumwolle, Kaffee, Zitrusfrüchte, Bananen und Tabak auch für die Ausfuhr bestimmt sind. Bedeutende Viehzucht. Die Wälder liefern Edelhölzer, Quebracho-Extrakt und Mate. Im Chaco sind in jüngster Zeit Erdölvorkommen festgestellt worden.

Persien → Iran

Peru (Südamerika), Republik an der pazifischen Küste des südamerikanischen Kontinents, mit 1 285 216 qkm und 14,5 Millionen Einwohnern, davon 49% Indianern, 33% Mestizen und 10% Weißen spanischer Abkunft. Hauptstadt Lima mit 2,5 Millionen Einwohnern. Andere große Städte: Callao (335 000), Arequipa (195 000), Trujillo (156 000), Chiclayo (141 000). Das Land besteht aus drei verschiedenen Zonen: aus einem nur schmalen Küstenstreifen, der wüstenhaften Charakter hat und teilweise künstlich bewässert wird, den hohen Ketten der Kordilleren, die im Huascarán 6768 m Höhe erreichen, und dem Osthang der Ostkordillere, der sich zum Amazonas hin abdacht. In einem der Anden-Längstäler liegt auf der Grenze nach Bolivien in 3810 m Höhe der Titicacasee. Peru weist nur 2,1% Ackerland auf, während 21% von Weideland und 68% von Wald eingenommen werden. Angebaut werden in der Küstenebene – mit künstlicher Bewässerung – Baumwolle, Zuckerrohr und Reis, im Hochland Kartoffeln, Gerste, Weizen, Mais, Kaffee, Koka, Kakao, Tabak und Wein. Der Wald liefert

Edelhölzer. Wichtig ist auch die Viehzucht. Von größter Bedeutung ist der Fischfang, mit dem Peru den ersten Platz in der Welt einnimmt. Reiche Bodenschätze an Erdöl, Kupfer, Silber, Gold, Blei, Zink, Phosphat, Vanadium, Wismut und Guano. Die Industrie befindet sich im Aufbau.

Philippinen (Südostasien), die nördliche Inselgruppe des Malaiischen Archipels umfassende Republik, mit etwa 300 000 qkm und 40,2 Millionen Einwohnern, vorwiegend Malaien und malaiisch-spanischen Mischlingen, sowie Chinesen in kleinerer Zahl. Hauptstadt Quezon City mit 781 000 Einwohnern, Sommerhauptstadt Baguio (75 000), größte Stadt Manila (Regierungssitz) mit 1,4 Millionen Einwohnern. Der Archipel besteht aus insgesamt 7107 großen und kleinen Inseln; einige von ihnen besitzen tätige Vulkane (Apo auf Mindanao mit 2954 m). Darum häufig Erdbeben. Feucht-heißes Klima mit Urwäldern und tropischer Vegetation. Reis, Mais, Maniok und Bananen sind die Hauptnahrungsmittel. Zur Ausfuhr gelangen: Zuckerrohr, Kokosnüsse, Kopra, Tabak, Hanf, Kaffee und Edelhölzer. Die Viehzucht bevorzugt Büffel und Schweine. An Bodenschätzen sind vorhanden: Gold, Silber, Eisenerz, Mangan, Chrom, Kupfer, Blei, Zink. Nur geringe Industrie.

Polen (Europa), Volksrepublik, mit 312 677 qkm und 33,4 Millionen Einwohnern. Hauptstadt Warschau mit 1,4 Millionen Einwohnern. Weitere große Städte: Lodsch (780 000), Krakau (657 000), Breslau (560 000), Posen (499 000), Danzig (367 900), Stettin (339 800), Kattowitz (305 600), Bromberg (283 400), Hindenburg (197 100), Beuthen (187 200), Gleiwitz (171 500), Waldenburg (124 900). Die Landschaftsformen wechseln von den walddreichen Karpaten über das Berg- und Tafelland des Polnischen Mittelgebirges (Lysa Góra, 611 m) bis zum mittel-polnischen Tiefland mit dem Baltischen Landrücken. Die wichtigsten Feldfrüchte sind Roggen, Weizen, Hafer, Kartoffeln, Zuckerrüben und Flachs. Die Viehzucht liefert Schweine und Geflügel für den Export. Von den Bodenschätzen werden abgebaut: Steinkohle (vor allem in Oberschlesien), Blei- und Zinkerze, Kupfererze, Schwefel, Kadmium, Kali, Erdöl und Erdgas. Bedeutende Hüttenindustrie, Maschinen-, Fahrzeug- und Schiffbau, Textilindustrie,

chemische, Elektro-, Glas- und Zementindustrie, Zucker- und Spiritusfabriken.

Portugal (Europa), Republik auf der Iberischen Halbinsel, einschließlich der Azoren und Madeiras 91641 qkm und 8,9 Millionen Einwohner. Hauptstadt Lissabon mit 782000 Einwohnern. Meist flache Küste, im Süden Ebenen und Hügelland, im Norden Gebirge (Serra da Estrela, 1991 m) und Hochland. An der Westküste ozeanisch-mildes Klima mit reichen Niederschlägen, im Landesinnern lange Sommerdürre. Vorwiegend Agrarland, in dem sich die Regierung um Ausbau der Elektrifizierung, Bewässerungsmaßnahmen und Verbesserung des Verkehrswesens sowie Förderung des Berg- und Hüttenwesens bemüht. Eine wichtige Rolle spielen der Weinbau, Ölbaum- und Obstkulturen. An Getreide werden Weizen, Mais und Reis angebaut. Außerdem werden Kork und Eßkastanien geerntet. Viehzucht und Fischfang spielen für die Ernährung der Bevölkerung eine große Rolle. Die Bodenschätze sind nur gering: wenig ergiebige Kohlenlager, Wolfram, Schwefelkies, Schwefel, Zinn, Gold, Mangan, Salz und Marmor. Wenig moderne Industrie, meist Textil- und chemische Fabriken.

Portugiesisch-Timor (Südostasien), Überseeische Provinz Portugals auf der Insel Timor, der größten unter den Kleinen Sunda-Inseln, mit 14925 qkm und 640000 Einwohnern: Malaier. Ausfuhr von Kaffee, Kopra, Kautschuk, Edelhölzern und Wachs.

Puerto Rico (Westindien), mit den USA assoziierter autonomer Staat, mit 8897 qkm und 2,9 Millionen Einwohnern: 3/4 Weiße, 1/4 Neger und Mulatten. Hauptstadt San Juan mit 540000 Einwohnern. Die kleinste Insel der Großen Antillen ist vorwiegend bergig mit Höhen bis zu 1338 m (El Yunque). Tropisches Klima mit reichen Niederschlägen auf der Nordseite der Insel, an der Südseite verbreitet künstliche Bewässerung. Ausfuhr von Textilien, Geweben und Nahrungsmitteln. Viehzucht und Fischerei sind für die Bevölkerung lebenswichtig. Zunehmende Industrialisierung.

Réunion (Indischer Ozean), Insel der Maskarenen östlich von Madagaskar, französisches Übersee-Département, mit 2510 qkm und 400000 Einwohnern: Mischbevölkerung aus

Franzosen und Negern. Hauptstadt St.-Denis mit 86000 Einwohnern. Die Insel ist gebirgig und erreicht im Piton des Neiges eine Höhe von 3070 m. Der noch tätige Vulkan de la Fournaise ist 2625 m hoch. Réunion hat gesundes tropisches Seeklima; allerdings hat die Bevölkerung unter heftigen Wirbelstürmen und Springfluten zu leiden. Ausgeführt werden in erster Linie Zucker, Essenzen, Rum, Vanille, Kaffee.

Rhodesien (Südafrika), de jure noch britische Kolonie, die sich 1965 als unabhängig erklärte und 1966 das Britische Commonwealth verließ. Seit 1970 Republik mit 390580 qkm und 5,9 Millionen Einwohnern, überwiegend Bantunegern, dazu 234000 Europäern. Hauptstadt Salisbury mit 490000 Einwohnern. Hochland zwischen Limpopo und Sambesi, das in den Injanga-Bergen eine Höhe von 2515 m erreicht. Angebaut werden Weizen, Mais, Hirse, Baumwolle, Tabak und Zitrusfrüchte. Bemerkenswert sind Bodenschätze wie Gold, Chromerz, Kohle und Kupfer.

Ruanda = Rwanda (Ostafrika), Republik, mit 26338 qkm und 4 Millionen Einwohnern, vorwiegend Bantunegern und 10% hamitischen Watussi als Oberschicht. Hauptstadt Kigali mit 60000 Einwohnern. Hochland mit Urwäldern, Seen und Sümpfen, sehr fruchtbar. Die Bodenfrüchte – Süßkartoffeln, Maniok, Hirse, Mais, Hülsenfrüchte – dienen ebenso wie die Viehzucht der Watussi der Eigenernährung. Ausfuhrprodukte sind in geringem Maße Kaffee, Zinn, Häute und Felle.

Rumänien (Europa), Sozialistische Volksrepublik, mit 237500 qkm und 21 Millionen Einwohnern: 88% Rumänen, 8,4% Magyaren, 400000 Deutsche und andere Minderheiten. Hauptstadt Bukarest mit 1,5 Millionen Einwohnern. Beherrschend zieht sich durch das Land der mächtige Bogen der Karpaten, der von den Südkarpaten zur Bukowina reicht. Von den Karpaten wird das Siebenbürgische Hochland eingeschlossen. Im Osten reicht Rumänien bis zum Pruth, der auf langer Strecke Grenzfluß gegen die UdSSR ist, ehe er von Galati ab von der Donau abgelöst wird. Das Donaodelta begrenzt das Tafelland der Dobrudscha im Norden. Den Süden des Landes zwischen Karpaten und Donau bildet die leicht

wellige Walachei. Im Westen hat Rumänien Anteil an der großen Tiefebene, die Mitteleuropa prägt. Vorherrschend Agrarland; über die Hälfte der Landfläche wird landwirtschaftlich genutzt. Angebaut werden vor allem Weizen, Mais, Gerste und Hafer; außerdem Gemüse, Kartoffeln, Baumwolle, Sonnenblumen, Zuckerrüben, Tabak und Wein. Viehzucht wird sehr intensiv betrieben. Die Karpaten tragen ausgedehnte Wälder. Bodenschätze sind vielseitig und in ihrer Ergiebigkeit unterschiedlich vorhanden. Den ersten Rang nehmen Erdöl und Erdgas ein, die in großen Raffinerien verarbeitet werden (Ploiesti); außerdem Braunkohle, Eisenerze, Steinsalz, Mangan, Blei, Kupfer, Zink, Bauxit, Gold, Silber, Uran. Rasche Industrialisierung, vor allem Baumwoll-, Nahrungsmittel-, chemische Industrie und Hüttenwerke.

Rußland → Sowjetunion

Ryukyu-Inseln (Ostasien), japanischer Besitz, nach dem zweiten Weltkrieg, zum Teil noch bis heute, unter amerikanische Verwaltung gestellt. 2196 qkm und über 1 Million Einwohner: Japaner. Hauptstadt Naha mit 275000 Einwohnern. USA-Luftstützpunkt auf Okinawa.

Sabah → Malaysia

Saint-Pierre und Miquelon (Nordamerika), Inselgruppe an der Südküste von Neufundland, französisches Überseeterritorium mit 242 qkm und 5700 Einwohnern. Hauptstadt Saint-Pierre. Ertragreiche Kabeljaufischerei; Herstellung von Lebertran.

Salomonen oder Salomon-Inseln (Ozeanien), Inselgruppe östlich von Neuguinea mit 40404 qkm und 210000 Einwohnern: Melanesier. Die Inseln Bougainville, Buka und einige kleinere, zusammen 10619 qkm und 60000 Einwohner, waren von 1884 bis 1919 deutsches Schutzgebiet, seitdem australischer Besitz. Regierungssitz ist Kieta auf Bougainville. Die übrigen Inseln, verwaltungsmäßig zusammengeschlossen mit den Santa-Cruz-Inseln, sind britisches Schutzgebiet. Verwaltungssitz Honiara auf der Insel Guadalcanal. Zusammen 29785 qkm und 152000 Einwohner. Die Salomonen sind überwiegend gebirgig, mit tätigen Vulkanen (der höchste Vulkan ist der Mount Balbi mit 2591 m). Sie sind fast ganz von tropischem Regenwald überwuchert. Anbau von

Bataten, Brotfrucht, Colocasia (Taro) für die Ernährung der einheimischen Bevölkerung, sowie Kokosnüssen, Ananas, Bananen für die Ausfuhr.

Sambia (Südafrika), seit 1964 selbständige Republik im Britischen Commonwealth, mit 752614 qkm und 4,6 Millionen Einwohnern, fast ausschließlich Bantunegern. Hauptstadt Lusaka mit 350000 Einwohnern. Intensiver Bergbau: Kupfer, Mangan, Zink, Kobalt, Blei, Silber, Kohle.

Samoa-Inseln (Ozeanien), Inselgruppe im mittleren Polynesien, mit 3039 qkm und 170000 Einwohnern, durchweg Polynesiern. Die Inseln sind gebirgig, einige tätige Vulkane, nur schmales Küstentiefland. Angenehmes ozeanisches Klima, üppige Vegetation. Angebaut werden Bananen, Yams, Colocasia, Kokospalmen. Ausfuhr von Kopra. 1899 wurde die Samoa-Gruppe zwischen Deutschland und den USA geteilt. Seit 1962 gibt es: 1. eine Republik West-Samoa mit 2842 qkm und 150000 Einwohnern, Hauptstadt Apia; 2. das USA-Territorium Samoa mit 197 qkm und 35000 Einwohnern, Hauptstadt Pago Pago.

Sankt Helena, Insel im Atlantischen Ozean, 1800 km westlich der Küste von Südwestafrika, britische Kolonie, mit 122 qkm und 5000 Einwohnern, meist Neger und Mulatten. Berühmt geworden als Verbannungsort Napoleons I. Verwaltungsmäßig ist Sankt Helena mit den Inseln Tristan da Cunha und Ascension zusammengeschlossen. Wirtschaftlich sind die Inseln ohne Bedeutung.

San Marino (Italien), Republik, mit 60,6 qkm und 18000 Einwohnern, Italienern. Die Zwergrepublik lebt hauptsächlich vom Fremdenverkehr.

Sansibar und Pemba (Ostafrika), Inseln vor der Küste Tanganjikas, früher Sultanat unter britischem Protektorat, seit 1964 mit Tanganika zur Vereinigten Republik Tansania → verbunden. 2641 qkm und 386000 Einwohner: 75% Bantuneger, 16% Araber, 6% Inder. Größte Stadt Sansibar mit 80000 Einwohnern. Feuchttropisches Klima. Ausfuhr von Gewürznelken, Nelkenöl und Kopra.

Sao Tomé und Príncipe (Westafrika), Inseln vor der Gabunküste, portugiesische Überseeprovinz mit 964 qkm und 70000 Einwohnern: Mulatten und Neger. Ausfuhr von Kakao, Kopa, Palmkernen, Palmöl und Kaffee.

Sarawak → Malaysia

Saudi-Arabien (Südwestasien), Doppelmonarchie, bestehend aus den beiden Königreichen Nedschd und Hedschas und drei Emiraten, zusammen 2,15 Millionen qkm und 8 Millionen Einwohner, ausschließlich Araber. Hauptstadt Er-Rijad mit 300000 Einwohnern. Der Staat umfaßt beinahe die gesamte Arabische Halbinsel mit Ausnahme von Jemen, Oman im Süden und Südjemen, den Vertragstaaten, Katar, den Bahreininseln und Kuwait im Osten. Nomadische Viehzucht. In den Oasen und den künstlich bewässerten Gebieten Dattelkulturen, Anbau von Mais, Hirse, Weizen, Kaffee, Obst. Ausgeführt werden Wolle und Felle. Eine Quelle des Reichtums und politisch-wirtschaftlicher Macht sind die sehr ergiebigen Erdölvorkommen geworden.

Schweden (Europa), Königreich mit parlamentarischer Demokratie, in dem seit dem 1. Januar 1975 die Tätigkeit des Königs auf Repräsentationsaufgaben beschränkt ist. 449 750 qkm und 8,1 Millionen Einwohner, fast ausschließlich Schweden und rund 8 500 Lappen. Hauptstadt Stockholm mit 1,3 Millionen Einwohnern. Andere wichtige Städte: Göteborg (442000), Malmö (259000), Uppsala (133000), Örebro (119000), Västerås (118000), Norrköping (116000), Jönköping (108000), Linköping (107000), Helsingborg (102000). Etwa vom 60. Breitengrad ab zieht sich an der Westgrenze des Landes nach Norden das Skandinavische Gebirge mit Höhen bis zu 2117 m (Kebnekaise) hin. Dieses dacht sich nach Osten zur Küste des Bottnischen Meerbusens hin allmählich ab. Im Süden, zwischen dem Skagerrak und der mittleren Ostsee, verläuft die Mittelschwedische Senke mit den großen Seen Väner-, Vätter- und Mälarsee. In diesem südlichsten Teil der Halbinsel liegen der Landrücken von Småland und das Hügelland von Schonen. Die Oberflächenformen sind im wesentlichen auf die eiszeitliche Vergletscherung zurückzuführen. Über die Hälfte der Bodenfläche des Landes wird von Wald bedeckt, nur etwa 1/10 dient einer allerdings

hoch entwickelten Landwirtschaft, die sich in Südschweden konzentriert. Von 3,45 Millionen ha sind 3 Millionen Ackerland und 0,45 Millionen Wiesen und Weiden. Angebaut werden Hafer, Weizen, Gerste, Roggen, Kartoffeln, Zuckerrüben und Obst. Die Viehzucht wird außerordentlich intensiv betrieben; im Norden Rentierzucht der Lappen. Auch die Fischerei ist bedeutend. Große Bodenschätze, vor allem an Eisenerzen, kupfer-, zink- und goldhaltigen Erzen. Die reichen Wasserkräfte werden weitgehend genutzt. Weltgeltung hat die schwedische Metallindustrie; auch Elektro-, Motoren-, Zement-, Lebensmittel- und Textilindustrie machen einen wesentlichen Faktor des Außenhandels aus.

Schweiz (Europa), Bundesrepublik mit 22 Kantonen, von denen drei 6 Halbkantone bilden. 41288 qkm, 6,4 Millionen Einwohner: 65% deutsch-, 18% französisch-, 12% italienisch- und 1% rätoromanisch-sprechend. Hauptstadt Bern mit 162000 Einwohnern, größte Stadt Zürich mit 423000 Einwohnern. Andere wichtige Städte siehe Aufstellung „Die Kantone in der Schweiz“. Die Schweiz besteht aus drei Großlandschaften: den eigentlichen Schweizer Alpen, die von der Rhein-Rhone-Furche durchzogen werden, dem Schweizer Mittelland, das vom Bodensee bis zum Genfer See reicht, und dem Schweizer Jura. Zahlreiche Flüsse und aus der Eiszeit stammende Seen. Das Klima ist sehr unterschiedlich: im Alpenvorland durchaus mitteleuropäisch, in den Hochalpen niederschlagsreich und im Winter viel Schnee, in den Tälern des Tessins schon mediterran. Trotz des großen Anteils der Schweiz am Hochgebirge sind 43% der Gesamtfläche des Landes Wiesen und Weiden, woraus sich eine hochentwickelte Vieh- und Milchwirtschaft erklärt. In der Landwirtschaft überwiegen Kleinbetriebe. Angebaut werden Weizen und Gerste; außerdem viel Obst- und Weinbau. Die Schweiz besitzt wenig Bodenschätze, aber reiche und intensiv genutzte Wasserkräfte. Fleiß, Unternehmungsgeist und kaufmännisches Geschick der Bewohner haben die Schweiz zu einem der reichsten Länder Europas gemacht. Bedeutende und vielseitige Industrie: Maschinen- und Apparatebau, Aluminiumindustrie, Uhren-, chemische und pharmazeutische Industrie, textilverarbeitende Werke. Wichtige Erwerbsquelle ist der Fremdenverkehr.

Die Kantone in der Schweiz

Kanton	Größe in qkm	Einwohner	Einwohner je qkm	Hauptstadt	
Graubünden	7109	166 000	23	Chur	32 000
Bern	6887	1 008 000	146	Bern	162 000
Wallis	5231	215 000	41	Sion (Sitten)	22 000
Waadt	3211	535 000	166	Lausanne	138 000
Tessin	2811	259 000	92	Bellinzona	16 600
St. Gallen	2016	397 000	197	St. Gallen	81 000
Zürich	1729	1 150 000	665	Zürich	423 000
Freiburg	1670	186 000	111	Freiburg	40 500
Luzern	1494	300 000	201	Luzern	70 000
Aargau	1404	453 000	323	Aarau	17 400
Uri	1075	34 000	32	Altdorf	8 600
Thurgau	1006	187 000	186	Frauenfeld	18 000
Schwyz	908	96 000	96	Schwyz	12 300
Neuenburg (Neuchâtel)	797	175 000	220	Neuenburg	39 000
Solothurn	791	230 000	291	Solothurn	18 000
Glarus	684	38 000	56	Glarus	6 300
Obwalden*	492	25 300	51	Sarnen	7 000
Basel-Land*	428	220 000	488	Liestal	13 000
Schaffhausen	298	75 000	252	Schaffhausen	37 000
Genf	282	352 000	1 248	Genf	174 000
Nidwalden*	274	26 000	95	Stans	5 300
Appenzell-Außerrhoden*	243	49 000	202	Herisau	15 400
Zug	239	72 000	301	Zug	23 200
Appenzell-Innerrhoden*	172	13 500	76	Appenzell	5 300
Basel-Stadt*	37	235 000	6 351	Basel	213 000
	41 288	6 496 800			

*Halbkantone

Senegal (Westafrika), frühere französische Kolonie und seit 1960 unabhängige Republik, mit 196 192 qkm und 4,2 Millionen Einwohnern, Sudannegern und Fulbe. Hauptstadt Dakar mit etwa 474 000 Einwohnern. Flaches Savannen- und Steppenland. Angebaut werden Erdnüsse, Hirse, Mais, Baumwolle. Für die Ausfuhr abgebaut werden Phosphatvorkommen und Titanerze.

Seychellen = Seschellen (Indischer Ozean), britische Inselgruppe und Kronkolonie nordöstlich von Madagaskar, mit 404 qkm und 52 400 Einwohnern: Kreolen, Neger, Inder. Hauptstadt Port Victoria auf der Insel Mahé. Die Inseln sind gebirgig und haben tropisches

Klima mit hohen Niederschlägen. Ausfuhr von Zimt und Wolle. – Unabhängigkeit für Juni 1976 zugesichert. Die von Großbritannien ebenfalls zugesagte Rückgabe der Inseln Aldabra, Desroches und Farquarhar, seit 1965 zum „Britischen Territorium im Indischen Ozean“ gehörig, bedarf noch der Billigung der USA.

Siam → Thailand

Sierra Leone (Westafrika), seit 1961 autonome Republik im Britischen Commonwealth, mit 71 740 qkm und 2,7 Millionen Einwohnern: Sudanneger, nur einige tausend Europäer und Asiaten. Hauptstadt Freetown mit 196 000 Einwohnern. Das Land besteht aus drei Zonen: einem feuchten Küstenstreifen, einem dahinter

liegenden breiten hügeligen Waldland und einem Savannenplateau von 500 bis 900 m Höhe. In diesen Klimazonen unterschiedliche Bodennutzung: an der Küste Reis- und Maniokanbau, im Waldland Ölpalmen, auf dem Hochplateau Hirse, Mais, Erdnüsse, außerdem Eingeborenen-Viehhaltung. An Bodenschätzen werden hauptsächlich Eisen, Diamanten, Bauxit, Platin und Chromerze gewonnen und ausgeführt.

Sikkim (Südasiens), ehemaliges Königreich im Himalaja, bis 1974 durch Vertrag mit Indien verbunden gewesen, seitdem als assoziierter Staat faktisch annektiert. Im April 1975 beschloß die Nationalversammlung, die Monarchie abzuschaffen und das Land völlig an Indien anzuschließen. Sikkim hat eine Größe von 7107 qkm und 191 000 Einwohner. Hauptstadt Gangtok mit 7000 Einwohnern. Ausfuhr von Kardamom.

Singapur (Südostasien), seit 1966 unabhängige Republik, Mitglied des Britischen Commonwealth. Mit Nebeninseln 581 qkm und 2,2 Millionen Einwohner: 75% Chinesen, 14% Malaien, 8% Inder, Rest Europäer und andere kleine Minderheiten. Hauptstadt Singapur mit 2 Millionen Einwohnern, bedeutendster Hafen Südasiens.

Somalia (Nordostafrika), aus dem ehemaligen britischen Protektorat Brit.-Somaliland und dem von Italien verwalteten Treuhandgebiet 1960 gebildete Republik, mit 637 657 qkm und 3 Millionen Einwohnern, meist mohammedanischen Somali. Hauptstadt Mogadischio mit 173 000 Einwohnern. Tafelland mit Wüste und Dornbuschsteppe; nur wenig Wasser. An der Küste heiß und trocken, in den Bergen an der Nordküste mit Höhen bis zu 2408 m (Surud Ad) kühler, aber auch unwirtlich. Nur wenig Ackerbau, oft mit Hilfe von Bewässerung entlang der Flüsse, im Innern überwiegend nomadische Vieh- und Weidewirtschaft (Kamele, Schafe, Ziegen). Ausfuhr von Vieh, Bananen, Häuten und Baumwolle.

Sowjetunion (UdSSR = Union der Sozialistischen Sowjet-Republiken), aus 15 Räterepubliken bestehend, mit zusammen 22,3 Millionen qkm und 254 Millionen Einwohnern: 50% Großrussen, 18% Ukrainer, 5% Weiß-

russen, je 2 bis 2,5% Usbeken, Juden und Tataren, ferner Kasachen, Aserbeidschaner, Georgier, Armenier, Rumänen, Litauer und viele andere Völker, darunter 20 Millionen Mohammedaner. Hauptstadt Moskau mit 7 Millionen Einwohnern. Andere bedeutende Städte: Leningrad (3,6), Kiew (1,7), Taschkent (1,4), Charkow (1,3), Gorkij (1,2), Nowosibirsk (1,2), Kujbyschjew (1), Swerdlowsk (1), Minsk (955 000), Odessa (913 000), Tbilisi = Tiflis (907 000), Donezk (891 000), Tscheljabinsk (890 000), Kasan (885 000), Dnjepropetrowsk (882 000), Baku (870 000), Perm (863 000), Omsk (850 000), Wolgograd (834 000), Rostow am Don (808 000), Ufa (796 000), Jerewan = Eriwan (791 000), Saratow (773 000), Alma-Ata (753 000), Riga (743 000). Dazu kommen etwa 200 weitere Städte mit mehr als 100 000 Einwohnern. Das Riesenland erstreckt sich über weite Teile Osteuropas und über ganz Nord- und Mittelasien bis ans Ochotskische Meer. Die Grenze zwischen dem europäischen und dem asiatischen Teil bilden das Uralgebirge, der Uralfluß und die Manytsch-Niederung. Das europäische Rußland wird vom Russischen Tafelland geprägt, das sich vom Eismeer bis ans Schwarze Meer, an den Nordrand des Kaukasus und ans Kaspische Meer erstreckt. Das asiatische Rußland gliedert sich in verschiedene Großlandschaften: in die Westsibirische Tiefebene mit dem Aralsee und dem Balchaschsee im Süden und einem Teil des Altaigebirges; in das Mittelsibirische Bergland zwischen Jenissei und Lena, das im Süden bis zum Sajani-schen, zum Jablonowy- und Stanowoi-Gebirge an der Grenze zur Mongolei reicht; schließlich in das Ostsibirische Gebirgsland zwischen der Lena und der pazifischen Küste einschließlich der Tschuktschen- und der Kamtschatka-Halbinsel. Zum asiatischen Teil der Sowjetunion rechnet man Kaukasien, zu dem der gesamte Kaukasus und die Landschaften von Georgien, Armenien und Aserbeidschan gehören. In der Schwarzerdezone des europäischen und asiatischen Teils werden vor allem Weizen, Mais, Hackfrüchte, Sonnenblumen, Zuckerrüben, im Norden mehr Roggen, Hafer und Flachs angebaut, im feuchten und überaus fruchtbaren Klima Georgiens Wein, Obst, Südfrüchte, Tabak, Tee, Baumwolle. Viehzucht und Milchwirtschaft werden sehr intensiv betrieben; man schätzt den Viehbestand auf 97 Millionen Rinder, 144 Millionen

Schafe und Ziegen sowie 51 Millionen Schweine. Großer Reichtum an Wäldern, die aber z.T. kaum zugänglich sind; das Holz wird in Sägewerken, Möbel-, Zellulose- und Papierfabriken verarbeitet. Reiche Kohlenfelder im Donezbecken und im Ural, ferner in Kasachstan und im Kusnezgebiet in Mittelsibirien, Erdöl und Erdgas bei Baku und Grosny sowie in Baschkirien. Unermeßliche Wasserkräfte, die durch riesige Stauwerke genutzt werden. Das Land besitzt schier unerschöpfliche Bodenschätze: Eisenerze, Mangan, Nickel, Chrom, Platin, Gold, Silber, Kupfer, Blei, Zink, Bauxit, Apatit und viele andere Mineralien. Die Industrie ist in vielen Schwerpunkten stark entwickelt: Schwerindustrie vor allem im Donezgebiet, im Ural und im Kusnezgebiet; Maschinen, Automobile, Traktoren, Flugzeuge, Schiffe werden auch um Moskau, Leningrad und an der Wolga gebaut. Dazu kommen chemische, Textil- und Zementindustrie. Ausgeführt werden, zu 75% nach den Ländern des Ostblocks, vor allem Maschinen, komplette Industrieanlagen, Fahrzeuge, Metalle und Metallwaren, Getreide, Erdöl, auch Erdgas. Trotzdem herrscht oft Mangel an wichtigen Verbrauchsgütern.

Spanien (Europa), seit November 1975 Königreich. Einschließlich der Balearen und der Kanarischen Inseln 504782 qkm und 33,9 Millionen Einwohner: 73% Spanier, 24% Katalanen, 3% Basken. Hauptstadt Madrid mit 3,1 Millionen Einwohnern. Andere bedeutende Städte: Barcelona (1,7), Valencia (654000), Sevilla (548000), Saragossa (480000), Bilbao (410000). Das Land hat in den Pyrenäen, die im Pico de Aneto 3404 m erreichen, eine natürliche Grenze gegen Frankreich. Das Innere des Landes bildet die Meseta, eine 600 bis 800 m hohe monotone Rumpffläche, die durch die Ketten der Sierra de Guadarrama, der Sierra de Gredos und der Sierra de Gata in die flachen Hochbecken von Altkastilien und Neukastilien geteilt wird. Im Nordwesten und Norden wird sie durch das Kantabrische Gebirge und das Iberische Randgebirge, im Süden durch die Sierra Morena begrenzt. An der stark zerrissenen atlantischen Küste liegt die gebirgige Landschaft Galicien; den äußersten Süden füllt ebenfalls Gebirgsland aus, das in der Sierra Nevada Höhen bis zu 3478 m

(Mulhacén) erreicht. Das Klima im Landesinnern ist durch heiße Sommer, kalte Winter und wenig Niederschläge gekennzeichnet, an der atlantischen Küste gemäßigt-ozeanisches Klima mit hohen Niederschlägen, in den Küstengebieten am Mittelmeer mediterranes Klima mit warmen, trockenen Sommern und milden, regenreichen Wintern. Von der Gesamtfläche sind 40,6% Acker-, Baum- und Gartenland, 27,2% Wiesen und Weiden, 22,3% Wälder und Macchien. Weizen, Gerste und Mais, daneben Roggen und Reis sind die wichtigsten Körnerfrüchte. Ferner Anbau von Kartoffeln, Zuckerrüben, Tabak, Baumwolle, Wein; an Fruchtbäumen Ölbäume, Orangen, Zitronen, Feigen und Mandeln. Der Viehbestand umfaßt vor allem Schafe, Schweine, Rinder und Ziegen. Der Fischfang spielt für die Ernährung der Küstenbewohner eine große Rolle. Ansehnliche Lager von Steinkohle, Eisenerzen, Schwefelkies, Kupfer, Blei, Zink und Quecksilber werden abgebaut. Die Regierung bemüht sich durch den Bau von Staudämmen und künstlichen Bewässerungsanlagen, die Ernteergebnisse zu verbessern. Große Kraftwerke fördern die Entwicklung der Industrie, die von Jahr zu Jahr Fortschritte macht. Sie konzentriert sich in Katalonien (Barcelona) und in den Küstenstädten an der Biskaya. Maschinen- und Fahrzeugbau, Textil- und chemische Industrie herrschen vor. Ausgeführt werden Südfrüchte, Maschinen, Erdölprodukte, Erze, chemische Produkte, Fahrzeuge, Textilien, Häute und Felle.

Spanisch-Afrika besteht aus den spanischen Besitzungen an der Küste von Marokko (Ceuta, Melilla und verschiedene kleine Inseln) mit 32,3 qkm und 162500 Einwohnern.

Sri Lanka = Ceylon (Asien), Insel vor der Südküste Vorderindiens, frühere britische Kronkolonie, seit 1948 unabhängiges Land innerhalb des Britischen Commonwealth, seit 1972 Republik, mit 65610 qkm und 13,3 Millionen Einwohnern, zu 2/3 buddhistischen Singhalesen, sonst hinduistischen Tamilen und vielen Mischlingen. Hauptstadt Colombo (Kolamba) mit 583000 Einwohnern. Das Land ist im Norden flach und hügelig, im Süden gebirgig mit dem 2538 m hohen Pidurutalagala. Tropi-

sches, fruchtbares Klima. Vorwiegend Land- und Plantagenwirtschaft; Reisanbau, Tee, Kautschuk und Kokosnüsse bestreiten jetzt 9/10 der Ausfuhr. Vorkommen an Graphit und Edelmetallen. Industrie in Entwicklung.

Südafrika, bestehend aus der Kap-Provinz, aus Natal, dem Oranje-Freistaat und Transvaal, Republik, mit 1221037 qkm und 23 Millionen Einwohnern: 3,8 Millionen Weiße, 14,9 Millionen Bantuneger, 2 Millionen Mischlinge und 0,6 Millionen Inder. Regierungssitz Pretoria mit 572000, Parlamentssitz Kapstadt mit 826000, größte Stadt Johannesburg mit 1,4 Millionen Einwohnern. Weitere große Städte: Durban (874000), Port Elizabeth (387000), Bloemfontein (180000). Von Randgebirgen eingefasstes Plateauland mit einer Durchschnittshöhe von 1000 bis 1500 m. Die Randgebirge erreichen ihre größte Höhe in den Drakensbergen mit 3482 m. Das Klima ist hauptsächlich subtropisch; kühlere, trockene Westküste, nach Süden mit Mittelmeerklima-Charakter. Die wichtigsten Körnerfrüchte sind für die Eingeborenen Hirse, Weizen und Mais. Viel Wein- und Obstbau, auch Apfelsinen und Pampelmusen, Zuckerrohr und Tabak. Auf dem Hochland bedeutende Viehzucht (Schafe, Rinder, Karakulschafe und Angoraziegen). Die Fischerei ist für die Ernährung der Bevölkerung wichtig. Reiche Bodenschätze: Gold und Diamanten, Uran, Silber und Platin, Steinkohle, Eisen- und andere Erze. Starke Entwicklung der Industrie: Schwerindustrie, Nahrungsmittel-, Getränke- und Tabakindustrie, chemische Werke. Sie konzentrieren sich um Johannesburg, Kapstadt, Port Elizabeth und Durban.

Sudan (Nilafrika), Republik, mit 2,5 Millionen qkm und 16,9 Millionen Einwohnern: Sudan-neger, arabisierte semitische und hamitische Stämme, Araber, im Süden Niloten. Hauptstadt Chartum (Karthoum) mit 300000 Einwohnern, zusammen mit Omdurman und Nordchartum 686000 Einwohnern. Die Landschaftsformen reichen von der Sahara über weite Tafelländer von 500 bis 600 m Höhe, denen im Westen vulkanische Berge (Dschebel Marra, 3088 m) aufgesetzt sind, bis an den Fuß des Hochlandes von Äthiopien. Im Osten erhält das Land sein Gepräge durch den Nil, der es von Süden nach Norden mit seinen beiden

Quellströmen, dem Weißen und dem Blauen Nil, durchströmt, die sich bei Chartum vereinigen. Der mit 6671 km längste Strom der Erde, der im Süden des Sudan den Sudd, eine von riesigen Sümpfen erfüllte Senke, durchfließt, wird mit seinem regelmäßigen Hochwasser zum Segenspender für den Sudan und Ägypten; allerdings ist man durch den Bau gewaltiger Staudämme dabei, sich weitgehend von den Zufälligkeiten der Natur unabhängig zu machen. Im Lande wurde früher nur Baumwolle angepflanzt, und seine Wirtschaft war dadurch weitgehend von den jeweiligen Weltmarktpreisen abhängig. Eine ständig verbesserte Bewässerung gestattet neuerdings auch den Anbau von Hirse, Reis, Mais, Weizen, Gerste, Sesam und Erdnüssen, ferner von Datteln, Melonen, Zitrusfrüchten, Tabak, Tee, Kaffee und Zuckerrohr. Reicher Bestand an Rindern, Schafen, Ziegen und Kamelen. Die Wälder liefern Gummiarabikum. Eine auf den vorhandenen Rohprodukten aufbauende Industrie ist in der Entwicklung.

Südjemen (Arabien) → Jemen, Demokratische Volksrepublik

Südwestafrika → Namibia

Suriname, früher: **Niederländisch-Guayana** (Südamerika), bisher autonomer Teiler der Niederlande, seit Ende 1975 unabhängig, mit 163265 qkm und 430000 Einwohnern: Mestizen, Inder, Neger, Indianer. Hauptstadt Paramaribo mit 150000 Einwohnern. Ausgeführt werden vor allem Bauxit, Aluminium, Edelhölzer, Reis.

Svalbard → Norwegen

Swasiland = **Ngwane** (Südafrika), Königreich im Britischen Commonwealth, mit 17363 qkm und 450000 Einwohnern, überwiegend Swasi (Bantuneger); nur 10000 Weiße. Hauptstadt Mbabane mit etwa 14000 Einwohnern. Das Land liegt größtenteils auf der Ostabdachung des östlichen Südafrikanischen Randgebirges. Erzeugt wird für die Ernährung der Bevölkerung vor allem Mais. Ausgeführt werden Erzeugnisse der Viehzucht sowie Eisenerze, Zucker, Holzmasse und Asbest.

Syrien (Westasien), nach dem Ausscheiden aus der Vereinigten Arabischen Republik selbständige Republik mit volksdemokratisch-sozialistischem Charakter (nach der Verfassung



Machu Picchu ist eine Ruinenstadt in den Anden, die von den Inkas in der Nähe von Cuzco hoch über dem Urubamba-Tal in 4000 m Höhe angelegt wurde. Sie umfaßt Tempel, eine Sternwarte und Behausungen für rund 10000 Menschen. Die Entstehungszeit ist unbekannt



Sydney, die Hauptstadt des australischen Staates Neusüdwest, ist mit ca. 2 Millionen Einwohnern die größte Stadt Australiens. Die nähere Umgebung der an der pazifischen Küste zu beiden Seiten der tief eingeschnittenen Bucht Port Jackson schön gelegenen modernen Stadt ist buchtenreich und mit ihren Wäldern und Stränden ein wahres Erholungsparadies

Pinguine in der Antarktis, Land- und Meergebiet um den Südpol, auch siebenter Erdteil genannt. Die Eisdecke, die das Festland bedeckt, ist bis zu 2500 m dick



von 1973), mit 185 180 qkm und 6,9 Millionen Einwohnern: überwiegend mohammedanische Araber, Alauten, Drusen, daneben Gruppen von Armeniern, Kurden und Türken. Hauptstadt Damaskus mit 836 000 Einwohnern. Im Südwesten wird das Land vom Syrischen Graben mit dem Antilibanon (2629 m) und dem Hermon durchzogen, im Süden vom Dschebel Drus (1800 m) begrenzt. Den größten Teil der Bodenfläche bilden Steppen- und Wüstentafeln. Lebensspender im Nordosten ist der das Land durchfließende Euphrat. 31,5% der Gesamtfläche werden landwirtschaftlich genutzt. Anbau von Weizen, Gerste, Bohnen, Zwiebeln, Baumwolle und Tabak. Viehzucht (Rinder, Schafe, Ziegen, Kamele, Maultiere, Esel und Pferde). Bodenschätze noch nicht genau festgestellt, vor allem aber Erdöl, Buntmetalle, Salz, Gips, Mangan. Wichtige Einnahmequellen sind die das Land durchquerenden Pipelines. Geringe Industrie.

Taiwan → China-Taiwan

Tansania (Ostafrika), ehemals Deutsch-Ostafrika, als Tanganjika seit Ende des ersten Weltkrieges britisches Völkerbundsmandat bzw. UN-Treuhandgebiet. Seit 1961 selbständiges Mitglied des Britischen Commonwealth und seit 1962 Republik. 1964 erfolgte der Zusammenschluß mit → Sansibar und Pemba zu einem Staatenbund, der seitdem Tansania heißt. 945 087 qkm und 14,4 Millionen Einwohner: zur Hälfte Bantuneger, sonst hamitische Massai, arabisch-negritische Suaheli, Inder, Europäer, Araber. Hauptstadt Dodoma mit 20 000, Sitz der Ministerien Daressalam mit 344 000 Einwohnern. Tansania plant den völligen Neuaufbau seiner Hauptstadt Dodoma nach dem Muster der brasilianischen Hauptstadt Brasilia. An der Küste Hügelland, im Innern Hochfläche mit Steppe und Savanne, im Norden mächtige Vulkane (Kilimandscharo, 5895 m; Meru, 4567 m), im Südwesten und Westen durch die im Zentralafrikanischen Graben gelegenen Seen (Njassa- und Tanganjikasee) begrenzt. Neben der Eingeborenen-Landwirtschaft, die Hirse, Mais, Maniok und Süßkartoffeln erzeugt, werden in modernen Plantagen Sisal, Baumwolle, Kaffee, Kakao, Tee und Erdnüsse angebaut. An Bodenschätzen werden vor allem Blei, Gold und Diamanten gewonnen.

Thailand, früher **Siam** (Südostasien), Königreich in Hinterindien, mit 514 000 qkm und 36,3 Millionen Einwohnern: verschiedene Thai-Stämme, vor allem Siamesen, ferner Lao, Schan, 5% Chinesen, 3% Malaien. Hauptstadt Bangkok mit 2,3 Millionen Einwohnern. Der Norden des Landes ist gebirgig. Zwischen den Kettengebirgen im Westen, denen die Grenze gegen Birma folgt, und dem vom Mun, einem Nebenfluß des Mekong, durchflossenen Sand- und Kalksteinplateau im Osten erstreckt sich die fruchtbare Schwemmlandebene des Menam. Der Mekong bildet im Osten auf langer Strecke die Grenze gegen Laos, und im Süden zieht sich Thailand weit über die Halbinsel Malakka hinunter. In dem feuchten tropischen Klima gedeihen Reis, Soja, Zuckerrohr, Kokospalmen, Tabak, Kakao, Baumwolle und Kautschuk. Die ausgedehnten Wälder liefern Edelholz als wichtigen Ausfuhrartikel. Die Viehzucht (Rinder, Schweine, Elefanten) wird intensiv betrieben. Der Fischfang ist ein bedeutender Ernährungsfaktor für die Bevölkerung. Von den Bodenschätzen wird vor allem Zinn gewonnen; daneben gibt es Kohle, Eisen, Antimon, Blei, Kupfer, Gold. Industrie befindet sich im Aufbau.

Tibet (Zentralasien), ehemaliger buddhistischer Mönchsstaat, der 1950 vom kommunistischen China annektiert und in eine autonome Region der Volksrepublik China umgewandelt wurde. 1 221 600 qkm und 1,5 Millionen Einwohner. Hauptstadt Lhasa mit 100 000 Einwohnern. Geplant ist eine neue tibetische Hauptstadt mit dem Namen Powo. Ein im Hochgebirge des Himalaja gelegenes, durchschnittlich über 4000 m hohes Hochland, von den mächtigsten Gebirgen der Erde (Himalaja, Karakorum, Kunlun) gesäumt. Durchweg unwirtlich und überwiegend unbewohnbar. Die Bevölkerung besteht zu 2/3 aus Tibetern, daneben Chinesen, Mongolen, kleineren Bergvölkern. Durch die Höhenlage und die klimatischen Schwierigkeiten wirtschaftlich weitgehend unbedeutend. Die Bevölkerung betreibt in günstigeren Lagen mit oft künstlicher Bewässerung Weizen-, Mais-, Gerste- und Kartoffelanbau. Bedeutender ist die Weidewirtschaft (Schafe und Yaks) auf den Hochsteppen. Die Industrie ist nur gering entwickelt, ebenso der Bergbau (Eisen, Gold, Kupfer, Salz, Borax).

Togo (Westafrika), ehemalige deutsche Kolonie, seit 1960 unabhängige Republik, mit 56600 qkm und 2,1 Millionen Einwohnern: Ewe, Aschanti, Haussa, Fulbe. Hauptstadt Lome mit 150000 Einwohnern. Das Land erstreckt sich als schmaler Streifen der Sklavenküste am Golf von Benin zwischen Ghana und Dahomey nach Norden. Das Innere ist überwiegend gebirgig und mit tropischem Regenwald bedeckt; im äußersten Norden, nach der Grenze der Republik Volta zu, Übergang zu Steppe und Savanne. Eingeborenenewirtschaft und Plantagenbau. Ausfuhr von Phosphaten, Kakao, Kaffee, Palmöl und Baumwolle.

Tongainseln = Freundschaftsinseln (Ozeanien), Inselgruppe im Pazifik südöstlich der Fidjisinseln, unabhängiges Königreich im Britischen Commonwealth, mit 699 qkm und 92000 Einwohnern, ausschließlich Polynesiern. Hauptinsel ist Tongatapu mit der Hauptstadt Nukualofa; sie ist ebenso wie die anderen größeren Inseln vulkanisch. Außerdem zahlreiche Korallenatolle. In dem tropischen Seeklima gedeiht eine üppige Vegetation. Ausgeführt werden Kopra und Südfrüchte, vor allem Bananen.

Transjordanien → Jordanien

Trinidad und Tobago (Südamerika), zwei Inseln an der Nordküste von Südamerika, in der Nähe der Orinoco-Mündung, souveräner Mitgliedsstaat des Britischen Commonwealth. 5128 qkm und 1 Million Einwohner: Neger, Mulatten, Inder, Kreolen. Hauptstadt Port of Spain mit 100000 Einwohnern. Die Landschaft wechselt zwischen Bergketten und Talungen. Die Küsten sind vielfach sumpfig. In dem tropischen Klima gedeihen Kakao, Zuckerrohr, Kokospalmen, Zitrusfrüchte und Bananen. Große Erdöl- und Asphaltvorkommen.

Tschad (Äquatorialafrika), unabhängige Republik, mit 1284000 qkm und 3,8 Millionen Einwohnern: Sudanneger und Araber. Hauptstadt Ndjemena (früher: Fort-Lamy) mit 166000 Einwohnern. Hauptsächlich Bodenerzeugnisse sind Hirse, Weizen, Erdnüsse, Baumwolle, Datteln. Die Eingeborenen sind in erster Linie Viehzüchter. Ausgeführt werden vor allem Vieh, Häute, Baumwolle, Fleisch und Felle.

Tschechoslowakei (Mitteleuropa), sozialistische Volksrepublik, mit 127869 qkm und 14,6 Millionen Einwohnern: in Böhmen und Mähren Tschechen, im Osten Slowaken; magyarische, polnische und deutsche Minderheiten. Hauptstadt Prag mit 1,1 Millionen Einwohnern. Weitere große Städte: Brünn = Brno (339000), Preßburg = Bratislava (293000), Ostrau = Ostrava (282000), Pilsen = Plzeň (148000), Kaschau = Košice (146000). Das Land gliedert sich in das Böhmisches Becken, das vom Böhmerwald, vom Erzgebirge und von den Sudeten begrenzt und nach Südosten durch die Böhmischo-Mährische Höhe von Mähren getrennt wird. Dieses besteht aus dem Marchbecken, das im Süden in das Donautiefland übergeht. Die Slowakei ist fast ausschließlich Gebirgsland, in dem einige Becken eingestreut sind. Im Norden wird sie von den Karpaten mit der Hohen Tatra und den Beskiden, im Süden vom Slowakischen Erzgebirge durchzogen. Ackerbau und Baumkulturen umfassen 42% des Staatsgebietes, Wiesen und Weiden 13,9%, Wälder 34,8%. Landwirtschaftliche Erzeugnisse sind vor allem Weizen, Gerste, Roggen, Hafer, Zuckerrüben, Hopfen, Kartoffeln. Obst- und Weinbau spielen in der Wirtschaft des Landes ebenfalls eine Rolle. Die Industrie ist hochentwickelt: Schwerindustrie, chemische Werke, ferner Möbel-, Zellulose- und Papierfabriken, Automobil- und Flugzeugbau, Schuh-, Glas- und Porzellanindustrie sowie berühmte Bierbrauereien. Reiche Stein- und Braunkohlelager, Eisenerze, Gold, Silber, Blei, Pyrit, Antimon, Graphit, Uran.

Tunesien (Nordafrika), Republik, mit 163610 qkm und 5,5 Millionen Einwohnern: arabische Berber und Araber sowie 155000 Europäer. Hauptstadt Tunis mit 642000 Einwohnern. Im Norden des Landes läuft das Gebirgssystem des Atlas aus und erreicht im Sahara-Atlas noch einmal Höhen bis zu 1590 m. Im Süden das tunesische Tiefland, das über eine von Salzseen (Schott Djerid) ausgefüllte Senke in die Sahara übergeht. In den Küstengebieten und Gebirgstälern Ackerbau; Anbau von Weizen, Gerste, Frühgemüse, Oliven, Obst und Wein. Gewinnung von Kork und Alfasgras; in den Oasen Datteln und andere Südfrüchte. In der Steppe herrscht die Viehzucht vor (Schaf- und Kamele). Wichtig ist auch die Küsten-

fischerei. Reiche Bodenschätze: Phosphat, Eisen-, Blei- und Zinkerze sowie etwas Erdöl. Nur bescheidene Industrie.

Türkei (Südosteuropa und Vorderasien), Republik, mit 780 576 qkm und 37,9 Millionen Einwohnern, vor allem Türken, daneben 1½ Millionen Kurden, arabische, griechische, georgische und tscherkessische Minderheiten. Hauptstadt Ankara mit 1,2 Millionen, größte Stadt Istanbul mit 2,3 Millionen Einwohnern. Weitere große Städte: Izmir, früher Smyrna (521 000), Adana (352 000), Bursa (276 000). Der kleine europäische Teil des Landes wird durch die Dardanellen, das Marmarameer und den Bosphorus vom asiatischen Teil getrennt. Dieser ist vorwiegend gebirgig. Den Kern bildet das Hochland von Anatolien, das im Norden von den Ketten des Pontischen Gebirges und im Süden vom unwegsamen Taurus begrenzt wird. Der stark gegliederten Küste am Ägäischen Meer sind zahlreiche Inseln vorgelagert, und im Osten schließt sich das kleine Hochland von Armenien an. An den Küsten herrscht Mittelmeerklima vor, im Innern ist das Klima kontinental mit trockenen heißen Sommern und kalten Wintern. Im Küstenland des Ägäischen Meeres gibt es viele Kulturen von Wein, Oliven, Feigen, Orangen, Mandeln und Rosen, am Schwarzen Meer noch viel Wald; daneben werden Haselnüsse, Tee und Tabak angebaut. Im südlichen Küstenland herrschen Baumwoll- und Tabakkulturen vor. An günstigen Stellen des Hochlandes gedeihen Weizen, Gerste und Mais; vornehmlich dient es jedoch als Weideland, und zwar der Schaf- und Ziegenzucht (Angoraziegen) sowie der Rinderzucht. Das Land besitzt recht erhebliche Bodenschätze: Eisen, Schwefelkies, Mangan, Chrom, Kupfer, Steinkohle, auch etwas Erdöl. Ausgeführt werden vor allem Baumwolle, Früchte, Tabak, Erz und Getreide. Nur geringe Industrie.

UdSSR → Sowjetunion

Uganda (Ostafrika), ehemaliges britisches Schutzgebiet, seit 1962 unabhängige Republik innerhalb des Britischen Commonwealth, mit 236 036 qkm und 10,8 Millionen Einwohnern: überwiegend Bantuneger, aber auch nilotische, sudanische und hamitische Volksgruppen, ferner Inder und nur wenige Weiße. Hauptstadt Kampala mit 175 000 Einwohnern. Das Land

wird vom Sudan, von Kenia, Tansania und Kongo eingeschlossen. Die südliche Grenze läuft mitten durch den Viktoriasee; im Westen, zum Kongostaat hin, bilden der Albert- und der Eduardsee die Grenze. Wie schon die zahlreichen Seen erkennen lassen, ist Uganda im wesentlichen ein beckenartig eingesenktes, größtenteils flaches Land, das nur im Osten, nach Kenia zu, und im Westen, am Rande des Zentralafrikanischen Grabens, von hohen Bergen (Ruvenzori, 5119 m) begrenzt wird. Dem Viktoriasee entspringt der Weiße Nil. Kaffee und Baumwolle machen 4/5 der Ausfuhr aus. Außerdem Anbau von Tee, Sesam, Bananen und Zuckerrohr. Umfangreiche Viehwirtschaft.

Ungarn (Osteuropa), Sozialistische Volksrepublik, mit 93 030 qkm und 10,4 Millionen Einwohnern. Hauptstadt Budapest 2 Millionen Einwohner. Das Landschaftsbild wird von dem sich zwischen den Alpen und den Karpaten erstreckenden großen Becken bestimmt, das von Donau und Theiß durchflossen wird. Es teilt sich in das Alföld östlich der Donau und die Donau-Drau-Platte, auf der sich das Meseckgebirge bei Fünfkirchen (Pécs) erhebt. Nördlich des Plattensees verläuft nach Nordosten das Ungarische Mittelgebirge mit Bakonywald, Vértes- und Pilisgebirge, und die niedrigen Gebirge im Norden und Nordosten sind als die Südabdachung des Slowakischen Erzgebirges und als Ausläufer der Westkarpaten anzusehen. Ungarn ist ein reiches Agrarland, 60,5% der Bodenfläche sind Ackerland. Anbau von Weizen, Mais und Gerste herrscht vor; Kartoffeln, Bohnen, Paprika, Zwiebeln, Tomaten, Zuckerrüben, Tabak und Sonnenblumen gedeihen ebenfalls ausgezeichnet. Große Bedeutung hat der Weinbau. Bedeutende Viehwirtschaft: Schweine, Rinder, Schafe, Pferde, auch Geflügel- und Bienenzucht. Die Bodenschätze sind gering; sie beschränken sich auf Bauxit, Uran, Steinkohle und Erdöl. Ausbau der Schwerindustrie, der Stromerzeugung, des Maschinenbaus, der Elektroindustrie und der Chemie ist im Gange. Die Lebensmittelindustrie hat eine große Tradition.

Union arabischer Emirate, früher als Arabische Vertragsstaaten, Trucial Oman, Seeräuberküste bezeichnete Föderation von sieben arabischen Scheichtümern im Süden des Persischen Golfes, die sich im 19. Jahrhundert unter britischen

Schutz stellte und heute unabhängig ist. 90050 qkm und 205000 Einwohner. Mitglieder der Föderation: Abu Dhabi (einschließlich der Oase Buraimi) mit 75000 qkm und 46000 Einwohnern, Adschman mit 250 qkm, Dubai mit 3750 qkm, Fudscheira mit 1175 qkm, Ras el Cheima mit 1625 qkm, Schardschah mit 2500 qkm und Umm el Kaiwein mit 750 qkm. Bevölkerung vorwiegend Araber; persische, indische und pakistanische Minderheiten. Das Land ist flach und wüstenhaft und kann nur an einigen Stellen mit Hilfe künstlicher Bewässerung bebaut werden: Hirse, Weizen und Datteln. Nomadische Viehzucht. Von entscheidender Bedeutung für die Wirtschaft ist das Erdöl geworden, das auch zur Errichtung von Raffinerien und zur Begründung einer heimischen Industrie geführt hat.

Union arabischer Republiken, 1971 begründeter Staatenbund unter Einbeziehung von Ägypten, Libyen und Syrien, der im Endziel auch den Beitritt der anderen arabischen Länder vorsieht und dann nach der Fläche unter allen Staaten der Erde an achter Stelle stehen würde. Gemeinsame politische und militärische Einrichtungen und eine gemeinsame Hauptstadt sind vorgesehen. Bis zur Realisierung des Planes ist jedoch noch ein weiter Weg. Syrien ist zum Beispiel inzwischen wieder aus der Union ausgetreten, und zwischen Ägypten und Libyen sind noch viele Meinungsverschiedenheiten zu beseitigen.

Union der Sozialistischen Sowjetrepubliken → Sowjetunion

Uruguay (Südamerika), Republik, mit 177508 qkm und 3 Millionen Einwohnern, fast ausschließlich europäischer Abstammung. Hauptstadt Montevideo mit 1,5 Millionen Einwohnern. Das Land liegt zwischen dem südlichen Brasilien, der Mündung des Rio de la Plata und dem Uruguay. Es wird von niedrigen, schmalen Bergrücken durchzogen, zwischen denen weite Talbecken liegen. Vornehmlich Agrar- und Weideland. In dem subtropischen Klima gedeihen Weizen, Mais, Reis, Sonnenblumen, Wein und Südfrüchte. Große Herden von Schafen und Rindern. Wenig Bodenschätze, geringe Industrie.

Urundi → Burundi

Vatikanstadt (innerhalb der Stadt Rom), völkerrechtlich souverän. 0,44 qkm, 520 Einwohner.

Venezuela (Südamerika), Republik, mit 912050 qkm und 11,3 Millionen Einwohnern: meist Mestizen und Mulatten, ferner Weiße, Neger und Indianer. Hauptstadt Caracas mit 2,2 Millionen Einwohnern. Weitere große Städte Maracaibo (650000), Barquisemoto (334000), Valencia (225000). Das Land ist im Norden durch Ausläufer der Kordilleren reich gegliedert: Im Nordwesten schließen die Ketten der Sierra Nevada de Mérida und der Sierra de Perijá das weite Becken von Maracaibo mit dem tief ins Land einschneidenden Golf von Venezuela und dem See von Maracaibo ein, der Küste parallel läuft das Karibische Gebirge, und im Südosten liegt vielfältig gegliedertes Gebirgsland, das als Bergland von Guayana bezeichnet wird, obwohl auf venezolanischem Boden mindestens vier Fünftel und die höchsten Erhebungen des Gebietes liegen. Zwischen den Nordwestketten und dem Bergland erstrecken sich die Llanos, die zur Orinoco-Tiefebene gehörenden Grassteppen. Das Klima ist tropisch, im Gebirge gemäßig. In der Landwirtschaft werden – vorzugsweise für den Export – Kaffee, Kakao und Zuckerrohr angebaut, außerdem Tabak, Baumwolle, Mais, Maniok, Bananen, Reis für den einheimischen Bedarf. Die Llanos sind ein typisches Viehzuchtland. Für die Wirtschaft des Landes ist das reiche Erdölvorkommen von größter Bedeutung; hinzu kommen ausgedehnte Eisenerzlager, deren Förderung gleichfalls zum überwiegenden Teil ausgeführt wird. Die sich rasch entwickelnde Industrie ist sehr vielseitig.

Vereinigte Staaten von Amerika (USA = United States of America), Republik mit 50 Bundesstaaten. 9363125 qkm, über 211 Millionen Einwohner, davon 171 Millionen Weiße, 31 Millionen Neger, Indianer, Japaner, Chinesen und sonstige. Hauptstadt Washington mit 757000 Einwohnern; größte Stadt New York mit 7,9 Millionen Einwohnern (Metropolitan Area: 11,6 Millionen). Die wichtigsten anderen Großstädte: Chicago (3,4), Los Angeles (2,8), Philadelphia (1,9), Detroit (1,5), Houston (1,2), Baltimore (906000), Dallas (844000), Cleveland (751000), Milwaukee (717000), San Francisco (716000), San Diego (694000), San Antonio (654000), Boston (641000), St. Louis

(622000), New Orleans (592000), Seattle (530000), Pittsburgh (520000), Kansas City (501000). Die Gliederung des vom Pazifik bis zum nördlichen Atlantik reichenden Gebietes ist leicht überschaubar: großer Anteil an den auf amerikanischem Boden besonders breit gelagerten Kordilleren mit der pazifischen Küstenkette der Coast Range, des westlichen Kaskadengebirges (Sierra Nevada) und der östlichen Hauptkette (Rocky Mountains); das weite Tafelland der Prärien, das dem Gebirge gegen Osten angelagert ist; das Flußsystem von Mississippi und Missouri; das alte Faltengebirge der Appalachen mit den bis zu 2037 m hohen Alleghanies; das stark gegliederte Berg-, Hügel- und Flachland an der Atlantikküste, das sich zu der in subtropische Zonen reichenden Halbinsel Florida hinzieht. Durch Ausnutzung aller von der Natur gebotenen Vorteile sind die USA die größte Wirtschaftsmacht der Erde geworden, die mit Hilfe einer aufs äußerste intensivierten Technisierung und Rationalisierung der Produktionsmittel 1/3 der Weltgütererzeugung aufbringt. Das Ackerland macht rund 1/5 des Staatsgebietes aus. Mais herrscht vor, gefolgt von Weizen, Hafer, Gerste, im Süden Anbau von Reis. Die Baumwollproduktion entspricht etwa 40% der gesamten Weltproduktion. Wichtig ist auch der Tabakanbau. Zucker wird aus Zuckerrüben und Zuckerrohr gewonnen. Großartig entwickelter Obstbau: Äpfel (vor allem im Gebiet der Großen Seen), Pflaumen, Pfirsiche, Apfelsinen, Pampelmusen, Zitronen, Wein (namentlich in Kalifornien). 31,6% des Staatsgebietes sind von Wäldern bedeckt. Die Viehzucht umfaßt in erster Linie Rinder und Schweine; dementsprechend intensive Milchwirtschaft. Im Fischfang stehen die USA an einer der ersten Stellen in der Welt. Die Bodenschätze sind außerordentlich groß: voran Steinkohle, Erdöl und Erdgas, weiter Eisen-, Kupfer-, Blei-, Zink-, Uran- und viele andere Erze. Starker Ausbau der Wasserkräfte. Zu höchster Produktivität entwickelte Industrie. Ausfuhr von Maschinen und Fahrzeugen, Eisen und Stahl, Erdöl, Kohle, Baumwolle und Baumwollwaren, Kunstfasern, Getreide und Mehl, Tabak und Tabakwaren, Chemikalien, Medikamenten, Obst, Gemüse und Konserven, Holz und Papier.

Vertragsstaaten (Arabien, auch Seeräuberküste genannt) → Union arabischer Emirate

Vietnam (Südostasien), 1950 durch Zusammenschluß von Tongking, Annam und Kotschin-China gebildet. Zur Zeit de jure noch geteilt in:

1. **Volksrepublik Nordvietnam = Viet-Nam Dan-Chu Cong-Hoa**, mit 158750 qkm und 22,5 Millionen Einwohnern. Hauptstadt Hanoi mit 850000 Einwohnern. Wichtigster Hafen: Haiphong (370000). Ausfuhr von Reis, Tee, Holz und Bergbauprodukten. Reiche Kohlen- und Phosphatlager.
2. **Republik Südvietnam = Viet-Nam Cong-Hoa**, mit 173809 qkm und 19,4 Millionen Einwohnern: zu 4/5 Annamiten, sonst Chinesen und andere. Hauptstadt Saigon (seit 1975 offiziell Ho-Tschi-Minh-Stadt) mit über 2 Millionen Einwohnern. Andere wichtige Städte: Da Nang (428000), Hué (209000), My Tho (110000), Can Tho (107000), Nha Trang (103000). Ausfuhr von Reis, Holz, ferner Tee, Kaffee, Gewürzen, Kautschuk.
Nach dem Sieg der Nordvietnamesen und des Vietkong über Südvietnam und der bedingungslosen Kapitulation Saigons Ende April 1975 hat die „Provisorische Revolutionsregierung“ die Macht über ganz Südvietnam übernommen, und die Vereinigung von Nord- und Südvietnam unter der Führung Hanois dürfte bevorstehen.

Volta → Obervolta

Westindische Assoziierte Staaten, die Inselgruppen der Windward- und Leeward-Inseln, der südliche Teil der zu den Kleinen Antillen gehörenden „Inseln über dem Winde“, die früher britischer Kolonialbesitz waren und 1967–1969 in autonome assoziierte Staaten umgewandelt wurden. Während die Cayman-Inseln, die Turks- und Caicos-Inseln, Montserrat und Anguilla im kolonialen Status blieben, bilden Antigua, St. Kitts und Nevis, Dominica, Grenada, St. Lucia und St. Vincent die Assoziierten Staaten mit zusammen 2845 qkm und 531000 Einwohnern. → Windward- und Leeward-Inseln.

West-Sahara (Afrika), ehemals Teil von Spanisch-Sahara, seit 1976 unabhängig und seitdem Streitobjekt zwischen Algerien und Marokko.

Windward- und Leeward-Inseln (Westindien), südliche Gruppe der zu den Kleinen Antillen gehörenden „Inseln über dem Winde“, britische Kolonie mit innerer Autonomie. 3041 qkm und 410 000 Einwohner: Neger und Mulatten. Ausfuhr von Bananen, Kopra, Kakao, Zucker, Baumwolle. Der internationale Tourismus gewinnt wachsende Bedeutung für die Wirtschaft der Inseln. → Westindische Assoziierte Staaten.

Zaire, früher: Kongo, Demokratische Republik Kongo od. Kongo-Kinshasa (Zentralafrika), frühere belgische Kolonie, heute demokratische Republik, mit 2 345 409 qkm und 23,6 Millionen Einwohnern: überwiegend Bantuneger, im Norden und Osten auch Sudan-neger, Niloten und Hamiten, dazu im Urwald Pygmäen. Hauptstadt Kinshasa (Léopoldville) mit 1,6 Millionen Einwohnern. Das weithin von Urwald bedeckte Land wird vom Kongo mit seinem vielverzweigten Netz von Zuflüssen durchzogen, der mit einer Länge von 4 200 km der zweitlängste Strom Afrikas ist. Neben Eingeborenenkulturen Anbau von Baumwolle, Kaffee und Kakao. Sehr geringe Viehwirtschaft. Dagegen, vor allem in Katanga, reiche Bodenschätze an Kupfer, Silber, Uranerz, Diamanten. Unerschöpfliche Wasserkräfte, die bisher noch wenig genutzt sind. Industrie im ersten Entwicklungsstadium: Hüttenwerke und etwas Verbrauchsgüterindustrie.

Zentralafrikanische Republik, früher ein Gebiet Französisch-Äquatorialafrikas, seit 1958 Republik. 622 984 qkm mit 1,7 Millionen Einwohnern. Hauptstadt Bangui mit 187 000 Einwohnern. Das Land liegt zwischen Kamerun, dem Kongo, dem Sudan und Tschad und damit

gleichsam im Herzen Afrikas. Deshalb ist seine Abgeschiedenheit (2 900 km vom Mittelmeer, 1 900 km vom Roten Meer, 2 000 km vom Indischen Ozean entfernt) sehr groß und für die Erschließung hemmend. Die Zentralafrikanische Republik umfaßt das leicht gewellte, von Inselbergen durchsetzte, etwa 650 m hohe Savannenland nördlich des Ubangi und Mbo mu. Grundlagen der Wirtschaft sind Baumwoll-, Erdnuß- und Kaffeeanbau. Ausgeführt werden außerdem Edelhölzer. Für den eigenen Bedarf betreiben die Eingeborenen Viehzucht. Von einiger Bedeutung sind Diamanten- und Goldvorkommen. Außer Textil- und Nahrungsmittelfabriken gibt es noch keine Industrie; ihr Ausbau ist jedoch in Vorbereitung.

Zypern = Cypern (Mittelmeerinsel), seit 1960 – bis zum Putsch vom Juli 1974 und der türkischen Invasion – unabhängige Republik im Britischen Commonwealth. Am 13. Februar 1975 wurde der von der Türkei militärisch besetzte Teil der Insel zum „autonomen türkisch-zypriotischen Staat“ erklärt. Die Insel umfaßt 9 251 qkm und zählt 660 000 Einwohner, davon 80% Griechen und 18% Türken. Hauptstadt Nikosia mit 115 000 Einwohnern. Im Südwesten Gebirge mit dem Troodos (1 953 m), im Norden niedrige Gebirgsketten, im übrigen fruchtbare Hügelland. In dem trockenen Klima liegt das Schwergewicht der Landwirtschaft auf Baumkulturen (Oliven, Johannisbrot); außerdem gedeihen auf der Insel Getreide, Wein (Rosinenexport), Südfrüchte, Baumwolle. An Bodenschätzen sind vor allem zu nennen: kupferhaltiger Schwefelkies, Asbest, Gips. Von einiger Bedeutung für den Export ist die Schwammfischerei.

Die Lebensräume der Erde



Mitteleuropäische Kulturlandschaft (Hegau)



Nordischer Nadelwald (bei Kuusamo, Finnland)



Tropischer Regenwald (Halbinsel Malakka)

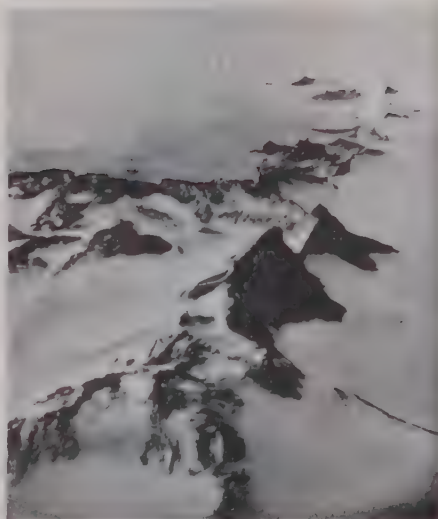


Savanne (bei Pará, Nordbrasilien)

Die Lebensräume der Erde



Steppe im Hochland von Arequipa, Peru



Antarktische Gebirgslandschaft mit Eiswüste

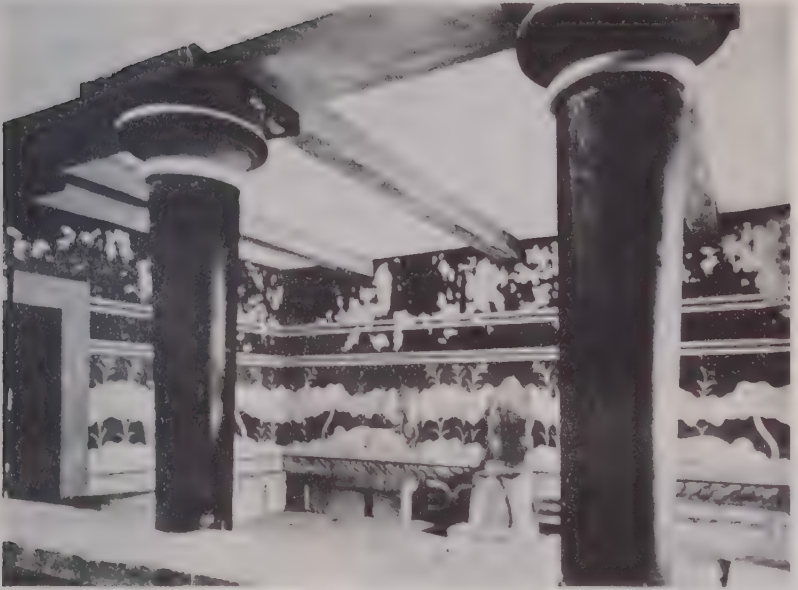


Dünenlandschaft in der Wüste Gobi



*Das typische Bild der Vegetation in der Serengeti
(Tanganjika, Ostafrika)*

Frühe Hochkulturen



Thronsaal des Minos von Kreta, Palast von Knossos. Die größte der griechischen Inseln war zwischen 2600 und 1150 v. Chr. der Gipfelpunkt der Minoischen Kultur, die ihren Namen nach dem sagenhaften König Minos erhielt

Das Löwentor der Burg von Mykenä, nach dem griechischen Mythos die Residenz Agamemnons. Die Burg wurde Ende des 14. Jahrhunderts v. Chr. von den Achaiern, einem der altgriechischen Stämme, errichtet. Mykenä, Argos, Sparta und Pylos waren die Schwerpunkte ihrer Macht





Tempelbezirk der Maya in Palenque, Provinz Chiapas (Mexiko). Die mitten im Urwald gelegene Ruinenstadt mit ihren Tempel- und Palastbauten wurde 1746 entdeckt. Das bedeutendste Bauwerk ist der auf der Abbildung wiedergegebene dreigeschossige Turm inmitten von Tempelruinen. Die Maya sind ein indianisches Kulturvolk, das in den Gebieten der heutigen mittelamerikanischen Staaten Mexiko, Guatemala, Honduras und Salvador lebte und zwischen 317 und 987 n. Chr. seinen kulturellen Höhepunkt erreichte



← *Bei Abu Simbel am westlichen Nilufer zwischen der ersten und zweiten Stromschnelle ließ der Pharao Ramses II. (1290–1224 v. Chr.) zwei Felsentempel anlegen. Vor der Fassade des größeren erhoben sich aus dem Felsen gehauene 20 m hohe Sitzbilder des Königs. Da beide Tempel durch den Bau des Staudammes bei Assuan bedroht wurden, sind diese Zeugnisse der alten ägyptischen Kultur mit einem riesigen Aufwand an Geld und Arbeitskraft aus den Felsen herausgeschnitten und an sicherem Ort wieder aufgebaut worden*

→ *Die Zikkurra (Hochtempel auf künstlicher Terrasse) von Tschokha-Zambil im östlichen Persien stammt zwar aus der nachsumerischen Zeit (13. Jahrhundert v. Chr.), ist aber eines der besterhaltenen Beispiele für die berühmten Stufentürme, von denen jede sumerische Stadt wenigstens einen besaß*



MATHEMATIK

von Jürgen Ivers

Überall sind wir von Zahlen und Formen umgeben. Es beginnt mit dem Tag unserer Geburt, an dem wir eingereiht werden in ein Gefüge aus Zeit und Raum.

Die Mathematik, die „Königin der exakten Wissenschaften“, bringt Ordnung in das Vielerlei von Mengen, Beziehungen und Formen unserer Umwelt. In ihrem Bereich gibt es keine Fragen der Auffassung, nichts ist „Ansichtssache“. Hier ist ein Tatbestand entweder richtig oder falsch. Das macht dieses Wissensgebiet so übersichtlich und begreiflich. Wer sich an die Gesetze hält und richtig denkt, kommt zum richtigen Ziel. Das ist das Fesselnde an dieser Wissenschaft.

Die Gesetze der Mathematik sind folgerichtig aufgebaut und jedem einsichtig, der sich darum bemüht. Die Anwendung dieser Gesetze läßt sich erlernen, eines ergibt sich aus dem anderen.

Das Rechnen ist ein Teilgebiet der Mathematik, ebenso wie die Raumlehre. Die Übersicht über diese beiden Teilgebiete erschließt den Zugang zu vielen Bereichen unseres täglichen Lebens.

Inhaltsübersicht

Zahlen, Ziffern, Zahlensysteme 301

Das dekadische System 302

Die römischen Zahlen 302

Die Rechenzeichen 304

Das Gleichheitszeichen 305

Die Grundrechnungsarten 305

Die Addition 306

Die Subtraktion 307

Die Multiplikation 308

Die Division 311

Ergebniskontrollen 315

Die Gegenrechnungen 315

Primzahlen und Teilbarkeitsregeln 318

Allgemeine Teilbarkeitsregeln 319

Bruchrechnen 320

Arten der Brüche 320

Erweitern und Kürzen von Brüchen 321

Grundrechnungsarten mit Brüchen 322

Dezimalzahlen 329

Potenz und Wurzel 333

Angewandtes Rechnen 335

Zahlenverhältnisse 335

Die Schlußrechnung 339

Die Prozentrechnung 343

Ein- und Verkauf 346

Rabatt und Ratenzahlung 347

Gewichtsrechnung 348

Zinsrechnung 348

Diagramme 351

Zahlenarten 353

Relative Zahlen 353

Gleichungen 355

Gleichungen 1. Grades mit einer Unbekannten 356

Gleichungen 1. Grades mit zwei Unbekannten 357

Allgemeine Zahlen 362

Operationen mit allgemeinen Zahlen 362

Entwicklung von Formeln 362

Klammerausdrücke 362

Potenzen und Wurzeln 364

Gleichungen 364

Raumlehre 365

Zeichen und Benennungen 365

Maße und Gewichte 366

Flächenberechnungen (Planimetrie) 367

Gerade und Winkel 367

Grundkonstruktionen 369

Abtragen einer Strecke 369

Antragen eines Winkels 369

Errichten einer Senkrechten 370

Fällen eines Lotes 370

Halbieren einer Strecke 370

Halbieren eines Winkels 370

Konstruktion einer Parallelen 371

Vierecke 371

Das Rechteck 371

Das Quadrat 373

Das Parallelogramm (Rhomboid) 373

Die Raute (Rhombus) 374

Das Trapez 374

Dreiecke 375

Berechnung von Umfang und Fläche 378

Konstruktion von Dreiecken 378

Der Lehrsatz des Pythagoras 380

Der Lehrsatz des Euklid 381

Der Höhensatz des Euklid 382

Der Halbkreis des Thales 383

Symmetrie 384

Kongruenz 384

Ähnlichkeit 385

Maßstäbliche Darstellung 385

Der Kreis 386

Umfang und Bogenlänge 387

Berechnung der Kreisfläche 387

Die Ellipse 390

Körperberechnung (Stereometrie) 391

Der Würfel 392

Der Quader 393

Die Säulen (gerade Prismen) 394

Die Rundsäule (Zylinder) 396

Die Pyramide 397

Der Kegel 401

Die Kugel 404

Der Rechenschieber 407

Die wichtigsten Begriffe der Mengenlehre 413

Der Mengenbegriff 413

Bestimmung von Mengen 414

Die „leere Menge“ 416

Mengensysteme 417

Beziehungen zwischen Mengen 417

Die Teilmenge 418

Die Ergänzungsmenge 419

Die Mächtigkeit einer Menge 419

Die Verknüpfung von Mengen 420

Die Vereinigungsmenge 420

Die Schnittmenge (Durchschnittsmenge) 421

Die Restmenge (Differenzmenge) 422

Die Paarmenge (Verbindungsmenge) 423

Verknüpfungsformen der Aussagenlogik 424

Die Konjunktion 425

Die Disjunktion 425

Die Negation 425

Die Implikation 425

Die Äquivalenz 426

Die Wahrheitstafel 426

Mengenalgebra 426

Symbole der Aussagenlogik und Mengenlehre 428

Tabellen zur Arithmetik und Mathematik 429

ZAHLEN, ZIFFERN, ZAHLENSYSTEME

Zahl

„Zahl“ kommt von zählen. Bereits als Kinder zählen wir, d. h., wir versuchen die Anzahl gleicher oder verschiedener Dinge festzustellen. Dabei benutzen wir Wörter für ganze positive Zahlen (eins, zwei, drei usw.). Das sind die „natürlichen Zahlen“. Wir bezeichnen sie in diesem Zusammenhang auch als „Kardinalzahlen“, im Gegensatz zu den Ordnungszahlen, die den Platz in einer bestimmten Ordnung bezeichnen (der erste, der vierte, der zwanzigste usw.). Seit etwa 4000 Jahren wird mit den Teilen eines Ganzen – mit „gebrochenen Zahlen“ –, also mit „Brüchen“ gerechnet. Wir bezeichnen diese Zahlen als „rationale Zahlen“ ($\frac{1}{2}$; $\frac{3}{5}$; $\frac{7}{100}$ usw.).

Ziffer

Streng vom abstrakten Begriff der Zahl ist der Begriff der „Ziffer“ zu trennen. Ziffern sind Zeichen für Zahlen – etwa so, wie unsere Buchstaben Zeichen für bestimmte Laute sind.

Es ist also Unsinn, von „Meßziffern“ für bestimmte Größen oder Mengen zu reden, es handelt sich immer um „Meßzahlen“.

Zahlensysteme

Da es unendlich viele Zahlen gibt, ist es unmöglich, für jede Zahl ein besonderes Zeichen zu verwenden. Wer sollte sich diese unendlich vielen Zeichen merken und gar damit umgehen können! Aus diesem Grunde wurden schon früh „Zahlensysteme“ entwickelt, die mit Hilfe der Ziffern das Aufschreiben großer Zahlen zuließen. Heute begegnen uns mitunter noch „Römische“ Ziffern und Zahlen.

Unser Zahlensystem wurde von den Indern und Arabern entwickelt. Es kennt zehn Ziffern und hat die „Basis“ 10. Die „Basis“ eines Zahlensystems besagt, wie viele Einheiten in einer „Stelle“ des Systems höchstens stehen können. Jede Ziffer hat einen bestimmten „Stellenwert“.

Die Zahl 111 schreiben wir also mit 3 mal der gleichen Ziffer. Jede 1 hat aber einen anderen Wert: 1 Hunderter, 1 Zehner, 1 Einer.

Die kleinste Einheit in unserem Zahlensystem sind die Einer, dann folgen nach links die Zehner, die Hunderter, die Tausender usw. Die Ziffern geben lediglich an, wieviele der betreffenden Einheiten zu unserer Zahl gehören. Sind bestimmte Einheiten nicht vertreten, erkennen wir das an dem Zeichen für „nichts“, der Ziffer 0.

In einer Stellentafel lassen sich die Stellenwerte übersichtlich darstellen:

Billionen	Hundert-milliarden	Zehn-milliarden	Milliarden	Hundert-millionen	Zehn-millionen	Millionen	Hundert-tausender	Zehn-tausender	Tausender	Hunderter	Zehner	Einer
B	HMd	ZMd	Md	HM	ZM	M	HT	ZT	T	H	Z	E
3	0	1	9	8	2	4	6	8	5	6	4	3

Da die Basis dieses Systems 10 ist, ergeben 10 Einheiten einer Stelle jeweils 1 Einheit der nächstgrößeren Stelle, d. h.

10 E (Einer) bilden einen Zehner

10 Z (Zehner) bilden einen Hunderter usw.

In Millionenschritten folgen dann auf die Billion die Trillion, die Quadrillion, Quintillion, Sextillion.

Zahlen mit mehr als drei Stellen werden häufig der besseren Lesbarkeit wegen in Gruppen zu je 3 Stellen geschrieben. 62 763 587 (in Worten: zweiundsechzigmillionensiebenhundertdreißigtausendfünfhundertsiebenundachtzig) besteht also aus 3 Gruppen, die erste (von rechts) umfaßt die E, Z und H, die zweite Gruppe die T, ZT und HT, die dritte Gruppe besteht hier nur aus zwei Stellen, den M und ZM.

Dieses Zahlensystem (nach der Basis 10 auch „dekadisches System“ genannt) ist ein Positionssystem, das jeweils 10 Einheiten zu der nächstgrößeren „bündelt“ und eine Erweiterung nach beiden Seiten zuläßt (siehe Dezimalbrüche).

Eine andere Zahlenschreibweise begegnet uns heute noch in den **römischen Zahlen**. Die Römer bezeichneten bestimmte Zahlen mit Buchstaben, und zwar:

$$\begin{array}{lll} 1 = I & 100 = C & 5 = V \\ 10 = X & 1000 = M & 50 = L \\ & & 500 = D \end{array}$$

Ein Stellenwertsystem gibt es nicht (es fehlte ja das Zeichen für „nichts“ – die Ziffer 0 –, ohne das ein Positionssystem nicht denkbar ist).

Beim Entziffern römischer Zahlen sind folgende Regeln zu beachten:

1. Die Zeichen I, X, C, M können nebeneinandergesetzt werden, die Zeichen V, L, D nicht. (Diese Zeichen können also in einer Zahl nur einmal vorkommen.)
2. Es stehen niemals mehr als 3 gleiche Zeichen hintereinander. Nur das Zeichen M kann in einer Zahl beliebig oft vorkommen.
3. Steht das Zeichen für eine kleinere Zahl rechts neben dem für eine größere, so ist es dazuzuzählen, z. B.

$$VI = 6 (5 + 1) \quad XIII = 13 (10 + 1 + 1 + 1)$$

$$CXXI = 121 (100 + 10 + 10 + 1)$$
4. Steht das Zeichen für eine kleinere Zahl vor dem Zeichen für eine größere Zahl, so ist die kleinere Einheit von der größeren abzuziehen, z. B.

$$IV = 4 (5 - 1) \quad IX = 9 (10 - 1) \quad XL = 40 (50 - 10)$$

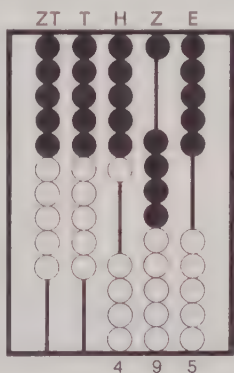
I = 1	XI = 11	XXX = 30	CD = 400
II = 2	XII = 12	XL = 40	D = 500
III = 3	XIII = 13	L = 50	DC = 600
IV = 4	XIV = 14	LX = 60	DCC = 700
V = 5	XV = 15	LXX = 70	DCCC = 800
VI = 6	XVI = 16	LXXX = 80	CM = 900
VII = 7	XVII = 17	XC = 90	M = 1000
VIII = 8	XVIII = 18	C = 100	MCD = 1400
IX = 9	XIX = 19	CX = 110	MDC = 1600
X = 10	XX = 20	CC = 200	MCM = 1900

$$MIX = 1009$$

$$MCMLXXI = 1971$$

Die Verfasser alter Inschriften, insbesondere auf Gräbern und Denkmälern, haben sich allerdings nicht immer an diese Regeln gehalten.

367 + 128 zunächst Einstellen der 3 H, 6 Z und 7 E wie in Abb. links, dann
 3 Einer dazu (jetzt war der Stab voll)
 10 Einer weg, dafür ein Zehner dazu
 5 Einer dazu
 2 Zehner dazu
 1 Hunderter dazu



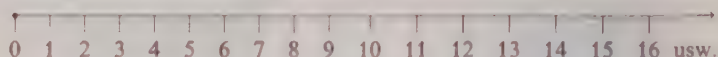
		Einhundertsechzigtausender
		Achttausender
	1	Vierhunderter
6	9	Zwanziger
	5	Einer

Wird die Basis größer, dann werden die Zahlen kürzer, aber unübersichtlicher. Moderne elektronische Rechenmaschinen arbeiten heute mit einem Zahlensystem auf der Basis 2. Die Stellentafel für dieses System (Dualsystem) sieht so aus, daß jede Stelle nach links den doppelten Wert der vorhergehenden Stelle hat. Hier werden also jeweils nur zwei Einheiten gebündelt.

	2048er	1024er	512er	256er	128er	Vierundsechziger	Zweunddreißiger	Sechzehner	Achter	Vierer	Zweier	Einer
Die Zahl 423 sähe nach diesem System so aus:				1	1	0	1	0	0	1	1	1
die Zahl 2585 so:	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1

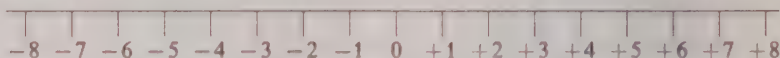
Bei dieser kleinen Basis werden die Zahlen zwar wesentlich länger, da sie aber maschinell verarbeitet werden, spielt die Länge keine Rolle. Außerdem übersetzt der Computer die Zahl auch wieder aus dem Zweiersystem in das gewohnte Zahlensystem, wenn er das Ergebnis seiner Rechnung wiedergibt.

Man kann die Zahlen auf einer Geraden (einem Strahl) darstellen; neben jeder Zahl, beginnend mit der 0, steht die nächstgrößere ganze Zahl.



Diese Zahlen nennen wir natürliche Zahlen.

Auch nach links läßt sich dieser Strahl denken. Dann steht neben der Null jene Zahl, die um 1 kleiner ist usw.



Jetzt stehen den positiven Zahlen die negativen Zahlen gegenüber. Die negativen Zahlen werden durch das Minuszeichen (-) gekennzeichnet, die positiven durch das Pluszeichen (+). Fehlt bei einer Zahl eines dieser beiden Zeichen, dann ist sie nach Übereinkunft positiv.

Wir rechnen also mit Zahlen, die wir mit Ziffern schreiben. In unserem Dezimalsystem, in dem jede Stelle jeweils 10 Einheiten der rechten Nachbarstelle hat, benötigen wir 9 Ziffern für die Zahlen 1–9 (denn für die Zahl 10 benötigen wir keine Zeichen mehr, da das wieder eine Einheit der nächsten Stelle ist) und ein Zeichen für die leere Stelle (0). Mit diesen Ziffern können wir alle Zahlen in unserem System schreiben und mit ihnen rechnen.

Die **Rechenzeichen** der Grundrechnungsarten bedeuten Rechenvorschriften; sie haben folgende Bedeutung:

gelesen	Bedeutung	
+ und plus	Die beiden Zahlen, zwischen denen das Zeichen steht, sollen zusammengezählt werden (Addition).	$14 + 7 = 21$ 14 plus 7 gleich 21
– weniger weg minus	Die Zahl, die vor diesem Zeichen steht, soll um die Zahl, die dahinter steht, vermindert werden (Subtraktion).	$14 - 7 = 7$ 14 minus 7 gleich 7
· mal	Die Zahl vor diesem Zeichen soll so oft genommen werden, wie das die Zahl hinter dem Zeichen angibt (Multiplikation).	$14 \cdot 7 = 98$ 14 mal 7 gleich 98
: durch	Die Zahl vor diesem Zeichen soll durch die Zahl hinter dem Zeichen geteilt werden (Division).	$14 : 7 = 2$ 14 durch 7 gleich 2

Das Gleichheitszeichen

Dieses Zeichen „=“ ist eines der wichtigsten in der Mathematik. Es bedeutet, daß jede der beiden Seiten, die es verbindet, ganz genau gleich groß sind, daß sie sich in ihrem Wert in nichts unterscheiden. (Es kündigt also nicht das Ergebnis eines Rechenvorganges an!) Die sinnfälligste „Gleichung“ wäre z. B. $5 - 5$. Richtig sind natürlich auch folgende Gleichungen:

$$5 + 3 = 8; \quad 16 = 20 - 4; \quad 7 \cdot 3 = 19 + 2$$

Bei dem Ausdruck $8 + 4 \neq 13$ handelt es sich um eine „Ungleichung“. Hier zeigt das Zeichen $\neq$, daß beide Seiten nicht gleich sind.

Der folgende Ausdruck $18 \cdot 27 = 468$ ist falsch. Man könnte nun, um ihn richtig zu stellen, entweder schreiben

$$18 \cdot 26 = 468 \quad \text{oder}$$

$$18 \cdot 27 = 486 \quad \text{usw.}$$

In diesen Fällen wird die Gleichung hergestellt. Man könnte ihn aber auch dadurch richtigstellen, daß man durch das Gleichheitszeichen einen senkrechten Strich macht

$$18 \cdot 27 \neq 468,$$

denn die Behauptung, daß $18 \cdot 27$ nicht gleich 468 ist, stimmt ja.

DIE GRUNDRECHNUNGSARTEN

Die Addition (Zusammenzählen). Rechenzeichen $+$ (plus, und)

Die Zahlen, die zusammengezählt (addiert) werden sollen, sind die Summanden (Posten), das Ergebnis ist der Wert der Summe.

12	+	4	=	16
Summand		plus Summand	gleich	Wert der Summe
unausgerechnete				ausgerechnete
Summe				Summe

Die Subtraktion (Abziehen) ist die Umkehrung der Addition. Rechenzeichen $-$ (minus, weniger)

Die Zahl, von der abgezogen (subtrahiert) werden soll, ist der Minuend, die Zahl, die abgezogen wird, der Subtrahend, das Ergebnis ist die Differenz (der Unterschied, der Rest).

12	-	4	=	8
Minuend		minus Subtrahend	gleich	Wert der Differenz

Die Multiplikation (Malnehmen). Rechenzeichen $\cdot$ (mal), früher $\times$

Die Zahlen, die miteinander malgenommen (multipliziert) werden sollen, sind die Faktoren, das Ergebnis ist das Produkt.

12	·	4	=	48
Faktor		mal Faktor	gleich	Wert des Produktes

Division (Teilen) Umkehrung der Multiplikation. Rechenzeichen : (durch)

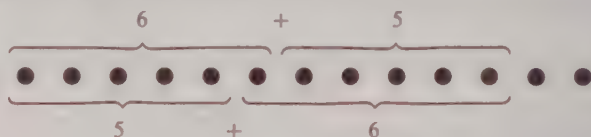
Die Zahl, die geteilt (dividiert) werden soll, ist der Dividend, die Zahl, durch die geteilt wird, der Divisor. Das Ergebnis ist der Quotient (Teil).

$$12 : 4 = 3$$

Dividend durch Divisor gleich Wert des Quotienten

Die Addition

Folgende Regeln sind zu beachten: Die Reihenfolge der Summanden spielt keine Rolle. Auch mehrere Summanden lassen sich beliebig vertauschen:



$$17 + 9 = 9 + 17$$

$$\begin{array}{l} 8 + 12 = 5 \\ 5 + 8 = 12 \\ 5 + 12 = 8 \\ 12 + 5 = 8 \\ 12 + 8 = 5 \end{array}$$

Der Wert der Summen
ist jeweils 25

Addieren lassen sich nur unbenannte Zahlen (26 + 38) oder Zahlen mit gleicher Benennung (8 kg + 7 kg). Verschieden benannte Zahlen oder Größen kann man nicht addieren. (z. B. 8 Buben und 6 Autos, 12 kg + 3 DM, 5 km + 8 mm). Bei Größen gleicher Art muß vor der Addition die gleiche Benennung herbeigeführt werden:

$$8 \text{ m} + 7 \text{ cm} \quad \text{Umbenannt ergibt das z. B. } 800 \text{ cm} + 7 \text{ cm} = 807 \text{ cm} \\ \text{oder } 8,00 \text{ m} + 0,07 \text{ m} = 8,07 \text{ m.}$$

Größere Zahlen, die addiert werden sollen, schreibt man untereinander und rechnet die Aufgabe schriftlich:

$$7268 + 5063 + 427 + 17153$$

Dabei ist darauf zu achten, daß immer die gleichen Stellenwerte untereinander stehen, also Einer unter Einern, Zehner unter Zehnern usw.

$$\begin{array}{r} 7268 \\ 5063 \\ 427 \\ + 17153 \\ \hline 1 \ 22 \\ \hline 29911 \end{array}$$

Das Pluszeichen steht vor dem letzten Summanden. Wir beginnen mit der Summe der Einer – im allgemeinen von unten nach oben: 3(E) + 7(E) + 3(E) + 8(E) = 21(E). Unter dem Strich erscheint die Ziffer, die die Zahl der Einer darstellt (1). Die Zahl der Zehner (2) kann über dem Strich als Gedächtnisstütze notiert werden. Dann wird die Summe der Zehner errechnet: 2(Z) + 5(Z) + 2(Z) + 6(Z) + 6(Z) = 21(Z).

(Dabei spricht oder denkt man gleich in den Ergebnissen, also: zwei – sieben – neun – fünfzehn – einundzwanzig.) Von diesen 21 Zehnern notieren wir die 1 an die Zehnerstelle, die 2 Hunderter über den Strich zu den anderen Hundertern. Die Summe der Hunderter wird ebenso errechnet: zwei – drei – sieben – neun. (Eine Null als Summand ändert am Wert der Summe nichts!) Die 9 Hunderter kommen an die entsprechende Stelle (einen Übertrag von Tausendern gibt es diesmal nicht). Die Summe der Tausender beträgt: sieben – zwölf – neunzehn (diesmal ist 1 Zehntausender zu übertragen!), die Summe der Zehntausender beträgt 2. Damit ist der Wert der Summe errechnet, er beträgt 29911.

Auch beim Kopfrechnen geht man zweckmäßig in der angegebenen Reihe vor:

$$29 + 35 = 64 \text{ (neunundzwanzig – vierunddreißig – vierundsechzig).}$$

Die Subtraktion

Sie läßt sich als Umkehrung der Addition verstehen. Wenn $5 + 4 = 9$ ist, dann ergibt sich daraus, daß 9 vermindert um 5 genau 4 ergibt ($9 - 5 = 4$). Die Frage könnte also gestellt werden: Wieviel muß zu 5 addiert werden, wenn der Wert der Summe 9 ist.

$5 + ? = 9$. Das Subtrahieren wird dann als „Ergänzen“ verstanden.

Folgende Regeln sind zu beachten:

Minuend und Subtrahend können nicht vertauscht werden. Subtrahieren lassen sich nur unbekannte Zahlen oder gleichbenannte Zahlen ($27 - 11$; $36 \text{ kg} - 21 \text{ kg}$). Verschieden benannte Zahlen oder Größen können nicht voneinander subtrahiert werden ($6 \text{ Bananen} - 4 \text{ Ananas}$; $2 \text{ m}^3 - 4 \text{ cm}^3$). Bei Größen gleicher Art muß vor der Subtraktion gleiche Benennung herbeigeführt werden:

$$6 \text{ kg} - 18 \text{ g}$$

$$\text{Umbenannt ergibt das } 6 \text{ kg} - 0,018 \text{ kg} = 5,982 \text{ kg}$$

$$\text{oder } 6000 \text{ g} - 18 \text{ g} = 5982 \text{ g}$$

Sollen größere Zahlen voneinander subtrahiert werden, so schreibt man sie untereinander und rechnet die Aufgabe schriftlich: $7589 - 5346$.

Dabei ist darauf zu achten, daß immer die gleichen Stellenwerte untereinander stehen.

$$\begin{array}{r} 7589 \\ - 5346 \\ \hline \end{array}$$

Das Minuszeichen steht dann vor dem Subtrahenden. Bei den Einern beginnend, wird die untere Zahl zu der oberen ergänzt. In unserem Beispiel sagen wir also $6 + 3$ ist 9, d. h. es fehlen noch Einer, um die Einer-Zahl des Subtrahenden zur Einerzahl des Minuenden zu ergänzen. Die Ergänzungszahl schreiben wir an der entsprechenden Stelle – rechts beginnend – unter den Strich:

T	H	Z	E	→ E: $6 + 3 = 9$
7	5	8	9	→ Z: $4 + 4 = 8$
- 5	3	4	6	→ H: $3 + 2 = 5$
2	2	4	3	→ T: $5 + 2 = 7$

Das Ergebnis (Wert der Differenz) ist in unserem Fall die Zahl 2243.

Die Richtigkeit der Rechnung läßt sich leicht durch eine Additionsprobe $2243 + 5346 = 7589$ feststellen.

In der Aufgabe $4372 - 2864$ muß bei manchen Stellen der Zehner überschritten werden.

Wir rechnen jetzt:

$$4 \text{ E} + 8 \text{ E} = 12 \text{ E (also 2 E und 1 Z)}$$

Der Zehner wird wie bei der Addition klein als Gedächtnisstütze bei der Zahl der Zehner notiert 1 Z;

$$7 \text{ Z} + 0 \text{ Z} = 7 \text{ Z.}$$

Da die Zahl der Zehner bei Subtrahend und Minuend gleich ist, muß die Ergänzungszahl „0“ sein.

$$8 \text{ H} + 5 \text{ H} = 13 \text{ H (also 3 H und 1 T)}$$

$$3 \text{ T} + 1 \text{ T} = 4 \text{ T.}$$

$$\begin{array}{r} 4372 \\ - 2864 \\ \hline 1508 \end{array}$$

Das hier geschilderte Additionsverfahren erlaubt es, von einem Minuenden in einem Rechengang mehrere Subtrahenden abzuziehen:

$$7308 - 1542 - 671 - 2044.$$

$$\begin{array}{r} 7308 \\ - 1542 \\ - 671 \\ - 2044 \\ \hline 12 \\ \hline 3051 \end{array}$$

Wir berechnen zunächst die Summe der Einer aller Subtrahenden, die wir schließlich zur Zahl der Einer des Minuenden ergänzen, d. h. $4 + 1 + 2 + 1 = 8$. Wir sprechen (oder denken) dabei aber: (E): $4, 5, 7 + 1 = 8$
(Z): $4, 11, 15 + 5 = 20$ (und 2 H!)
(H): $2, 8, 13 + 0 = 13$ (und 1 T)
(T): $1, 3, 4 + 3 = 7$

Die Probe $3051 + 2044 + 671 + 1542 = 7308$ bestätigt die Richtigkeit unserer Rechnung. Beim Kopfrechnen geht man zweckmäßig in der angegebenen Reihenfolge vor:

$$64 - 25 = 39 \text{ (vierundsechzig - neunundfünfzig = neununddrei\!ßig!)}$$

Die Multiplikation

Die Multiplikation ist als Addition gleicher Summanden zu verstehen: $3 + 3 + 3 + 3 = 3 \cdot 4$. Die Aufgabe $8 \cdot 6$ besagt also, daß die 8 sechsmal als Summand auftritt. Bei der Multiplikation können die Faktoren vertauscht werden:

$$3 \cdot 4 = 4 \cdot 3$$


Auch bei einem mehrgliedrigen Produkt ist die Reihenfolge der Faktoren beliebig: $2 \cdot 3 \cdot 5 = 3 \cdot 2 \cdot 5 = 5 \cdot 3 \cdot 2$ usw. Es können unbenannte Zahlen miteinander ($8 \cdot 12$) und unbenannte Zahlen mit benannten ($8 \text{ DM} \cdot 5$) multipliziert werden. Teilweise wird noch das liegende Kreuz ($\times$) als Multiplikationszeichen benutzt.

Zur sicheren Bewältigung des schriftlichen Multiplizierens ist die Beherrschung des Einmaleins Voraussetzung. Die folgende Tabelle ruft das Einmaleins ins Gedächtnis zurück:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

Man sucht den einen Faktor (6) in der ersten waagerechten Reihe, den anderen Faktor (7) in der ersten senkrechten Reihe. Im Schnittpunkt beider Reihen liegt der Wert der Produkte (42).

Ist ein Faktor 1 ($1 \cdot 8$ oder $8 \cdot 1$), so bleibt der andere unverändert. Ist ein Faktor 0 ($0 \cdot 7$ oder $7 \cdot 0$), so ist der Wert des Produkts 0.

Wird eine einstellige mit einer zweistelligen Zahl multipliziert, so zerlegen wir die Aufgabe, z. B.

$$8 \cdot 14 = 8 \cdot 4 + 8 \cdot 10 = 32 + 80 = 112$$

Treten in einer Aufgabe verschiedene Rechenzeichen auf, so werden immer die Multiplikations- und Divisionsaufgaben vor den Additions- und Subtraktionsaufgaben gerechnet:

$$4 \cdot 8 + 15 : 3 - 6 \cdot 2 + 7 \cdot 6 = 32 + 5 - 12 + 42 = 67$$

(Gedächtnisstütze: Punktrechnen ($\cdot$ oder $:$) stets vor Strichrechnen ($+$ oder $-$))

Soll in anderer Reihenfolge gerechnet werden, wird das durch Klammern angegeben.

Schriftliche Multiplikation

Multiplizieren mit einstelligem Multiplikator, z. B. $842 \cdot 6$. (Wäre die Aufgabe $6 \cdot 842$, so würden wir die Faktoren vertauschen, um die einstellige Zahl als Multiplikator zu bekommen.)

$$\begin{array}{r} 842 \cdot 6 \\ \hline \text{T H Z E} \\ 12 \\ 24 \\ 48 \\ 1 \\ \hline 5052 \end{array}$$

Wir beginnen mit der Multiplikation der Einer, dann kommen die Zehner, Hunderter usw.

$$6 \cdot 2 \text{ E} = 12 \text{ E} (2 \text{ E} + 1 \text{ Z})$$

$$6 \cdot 4 \text{ Z} = 24 \text{ Z} (4 \text{ Z} + 2 \text{ H})$$

$$6 \cdot 8 \text{ H} = 48 \text{ H} (8 \text{ H} + 4 \text{ T})$$

Der Wert der Summe aller Produkte beträgt also 5052.

Da unser Stellenwertsystem bekannt ist, können wir aber kürzer rechnen:

$$\begin{array}{r} 842 \cdot 6 \\ \hline 5052 \end{array}$$

$$6 \cdot 2 \text{ E} = 12 \text{ E}$$

(Davon schreiben wir nur die 2 E hin, den 1 Z behalten wir uns, denn zu den Zehnern kommen noch welche dazu!)

$$6 \cdot 4 \text{ Z} = 24 \text{ Z}$$

(Dazu kommt 1 Z aus der letzten Rechnung, also 25 Z; wir schreiben nur die 5 Z auf, die 2 H merken wir uns wieder.)

$$6 \cdot 8 \text{ H} = 48 \text{ H}$$

(Dazu kommen noch 2 H aus der letzten Rechnung, also 50 H. Da die Rechnung fertig ist, können wir die 5 Tausender auch hinschreiben.)

Mit etwas Übung können wir bald zügig rechnen:

$$\begin{array}{r} 842 \cdot 6 \\ \hline 5052 \end{array}$$

$$6 \cdot 2 = 12$$

(2 „hin“-schreiben, 1 „im Sinn“ behalten)

$$6 \cdot 4 = 24$$

(plus 1 ist 25; 5 hin, 2 im Sinn)

$$6 \cdot 8 = 48$$

(plus 2 ist 50; 0 hin; 5 auch, da die Aufgabe fertig ist.)

Die Multiplikation mit Zehnern, Hundertern usw.

$$\begin{array}{r} 53 \cdot 10 \\ \hline 530 \end{array}$$

Bei dieser Aufgabe werden aus 3 Einern Zehner und aus den 5 Zehnern 5 Hunderter. Das Produkt ist also 530. (Scheinbar wurde einfach der Zahl eine 0 angehängt, in Wirklichkeit sind aber alle Ziffern eine Stelle nach links gerückt.)

$$\begin{array}{r} 46 \cdot 100 \\ \hline 4600 \end{array}$$

Hier werden aus 6 Einern 6 Hunderter und aus 4 Zehnern 4 Tausender, das Produkt ist also 4600.

$$\begin{array}{r} 36 \cdot 40 \\ \hline 1440 \end{array}$$

Wir erhalten das Ergebnis, wenn wir das Zehnfache von 36 (360) mit 4 multiplizieren oder wenn wir das Vierfache von 36 (144) mit 10 multiplizieren:

$$\begin{array}{r} 360 \cdot 4 \\ \hline 1440 \end{array}$$

$$36 \cdot 10 \cdot 4 = 36 \cdot 4 \cdot 10$$

$$\begin{array}{r} 621 \cdot 700 \\ \hline 434700 \end{array}$$

Beim schriftlichen Rechnen setzen wir erst die vorhandene Zahl der Nullen (zwei) in die beiden letzten Stellen und multiplizieren die Zahl dann mit 7. Die Verschiebung der Ziffern im Stellenwertsystem wird dann zwangsläufig richtig.

$$\begin{array}{r} 62100 \cdot 7 \\ \hline 434700 \end{array}$$

Ist der Multiplikator mehrstellig, so müssen wir wieder wie beim Kopfrechnen in mehreren Schritten rechnen: $536 \cdot 37 = 536 \cdot 7 + 536 \cdot 30$

$$\begin{array}{r} 536 \cdot 7 \\ \hline 3752 \end{array}$$

Das Multiplizieren mit den Einern können wir bereits.

$$7 \cdot 6 \text{ E} = 42 \text{ E} \text{ (2 hin, 4 im Sinn)}$$

$$7 \cdot 3 \text{ Z} = 21 \text{ Z} \text{ (plus 4 Z} = 25 \text{ Z; 5 hin, 2 im Sinn)}$$

$$7 \cdot 5 \text{ H} = 35 \text{ H} \text{ (plus 2 H} = 37 \text{ H; 7 hin, die 3 T auch)}$$

$$\begin{array}{r} 536 \cdot 30 \\ \hline 16080 \end{array}$$

Da wir jetzt mit Zehnern multiplizieren, bleibt die Einerstelle leer.

$$3 \cdot 6 = 18 \text{ (8 Z hin, 1 H im Sinn; die Stelle der Einer bleibt leer; die Zahl der Einer ist 0)}$$

$$3 \cdot 3 = 9 \text{ (plus 1} = 10; 0 \text{ hin, 1 im Sinn)}$$

$$3 \cdot 5 = 15 \text{ (plus 1} = 16)$$

$$\begin{array}{r} 536 \cdot 37 \\ \hline 3752 \text{ (} \cdot 7 \text{ E)} \\ 16080 \text{ (} \cdot 3 \text{ Z)} \\ \hline 19832 \text{ (} \cdot 37 \text{)} \end{array}$$

Diese beiden Rechnungen schreiben wir gleich untereinander, achten aber sorgfältig auf den Stellenwert und addieren die beiden Ergebnisse.

					Z	E
3	7	6	5		7	3
			1	1	2	9
		2	6	3	5	5
		2	7	4	8	4

Wir multiplizieren erst mit den 3 Einern und beginnen mit dem Aufschreiben der Teilprodukte unter den Einern des zweiten Faktors (Multiplikators).

Wenn wir das $3765 \cdot 7$ Z errechnen, beginnen wir mit dem Notieren in der Zehnerstelle (also unter dem Zehner des Multiplikators). Die Einerstelle bleibt leer, die 0 können wir weglassen.

					H	Z	E
4	3	8	6		2	8	5
			2	1	9	3	0
		3	5	0	8	8	
		8	7	7	2		
	1	2	5	0	0	1	0

Haben wir auch noch mit Hundertern usw. zu multiplizieren, so verfahren wir entsprechend.

$$\begin{array}{r}
 4386 \cdot 285 \\
 \hline
 8772 \\
 35088 \\
 21930 \\
 \hline
 1250010
 \end{array}$$

Selbstverständlich kann man auch in umgekehrter Reihenfolge verfahren, also erst das Hundertprodukt und schließlich das Einerprodukt errechnen. Aber auch hier muß sorgfältig auf den richtigen Stellenwert geachtet werden.

					H	Z	E
7	3	0	2		3	0	8
			5	8	4	1	6
	2	1	9	0	6		
	2	2	4	9	0	1	6

Ergibt eines der Teilprodukte 0, so braucht man das nicht umständlich zu notieren, muß aber beim nächsten Teilprodukt besonders auf den Stellenwert achten.

Da bei allen Multiplikationen die Faktoren vertauschbar sind, ist es meist zweckmäßig, beim schriftlichen Rechnen den kleineren Faktor als Multiplikator zu setzen, also nicht $52 \cdot 8947$, sondern $8947 \cdot 52$. Das Ergebnis ist das gleiche.

Die Division

Die Division kann als Umkehrung der Multiplikation verstanden werden. Sie tritt in der Form der Teilungsaufgabe auf (wie groß ist der 7. Teil von 35?) oder als Messungsaufgabe (wie oft sind 7 l in 35 l enthalten?). Als Rechenzeichen steht in beiden Fällen der Doppelpunkt.

$$\begin{aligned}
 35 : 7 &= 5 \\
 351 : 71 &= 5 \text{ mal} \\
 40 : 1 &= 40
 \end{aligned}$$

Dividend und Divisor können nicht vertauscht werden. Wird der Dividend durch 1 geteilt oder mit 1 gemessen, so verändert sich sein Wert nicht.

$$0 : 5 = 0$$

Ist der Dividend 0, so ist auch der Wert des Quotienten 0.
Die Division einer Zahl durch 0 ist unmöglich.

$$\begin{aligned}
 12 : 4 &= 3 \\
 3 \cdot 4 &= 12
 \end{aligned}$$

Die Kontrolle erfolgt durch Multiplikation des Quotienten mit dem Divisor (Multiplikationsprobe).

Voraussetzung zur Durchführung von Divisionen ist die sichere Beherrschung des Einmaleins bzw. des Einsineins.

4 in 24 = 6mal
7 in 56 = 8mal
9 in 63 = 7mal
usw.

Auch die Einsicht in das Stellenwertsystem muß zur Durchführung dieser Aufgabenart vorausgesetzt werden.

Beim Kopfrechnen ist es oft zweckmäßig, den Dividenden zu zerlegen:

$$272 : 8 = (240 + 32) : 8 = 240 : 8 + 32 : 8 = 30 + 4 = 34$$

$$(\text{Probe: } 34 \cdot 8 = 272)$$

$$492 : 3 = (300 + 180 + 12) : 3 = 300 : 3 + 180 : 3 + 12 : 3 = 100 + 60 + 4 = 164$$

$$(\text{Probe: } 164 \cdot 3 = 492)$$

$$570 : 10 = 57$$

$$1340 : 10 = 134$$

Beim Dividieren durch 10 vollzieht sich der umgekehrte Vorgang wie beim Multiplizieren mit 10.

Da der Wert jeder Stelle ein Zehntel des Wertes der linken Nebenstelle besitzt, rückt jede Ziffer um eine Stelle nach rechts, d. h. aus Tausender werden Hunderter, aus Hundertern werden Zehner, aus Zehnern werden Einer (Scheinbar wird einfach die letzte Null weggelassen.)

Für das Dividieren durch 100, 1000 usw. gilt Entsprechendes.

$$270000 : 1000 = 270$$

Die schriftliche Form der Division

Beim schriftlichen Dividieren (Aufgaben des Teilens und des Messens werden in gleicher Weise durchgeführt) beginnen wir mit der höchsten Stelle:

THZE		THZE
5 3 4 6	: 3 =	1 7 8 2
3	↓	T (verteilt)
2 3	↓	H (zu teilen)
2 1	↓	H (verteilt)
2 4	↓	Z (zu teilen)
2 4	↓	Z (verteilt)
0 6	↓	E (zu teilen)
6	↓	E (verteilt)
0	↓	(Rest)

5 Tausender : 3 = 1 Tausender Rest 2 Tausender
Unter die 5 T schreiben wir 3 T (so viele haben wir verteilt!) und errechnen den Rest (2 T). Zu dem Rest (2 T) schreiben wir die 3 H und erhalten so den nächsten Teildividenden.

23 Hunderter : 3 = 7 Hunderter Rest 2 Hunderter.
 $7 \text{ H} \cdot 3 = 21 \text{ H}$ (so viele sind eben insgesamt verteilt worden) subtrahieren wir von den 23 H und erhalten den Rest von 2 H, dazu kommt die nächste Stelle, die 4 Z. (2 H und 4 Z sind 24 Zehner.)

24 Zehner : 3 = 8 Zehner.
Diesmal bleibt kein Rest, da wir alle 24 Zehner verteilt haben.

6 Einer : 3 = 2 Einer – auch diesmal bleibt kein Rest.

Die Multiplikationsprobe bestätigt die Richtigkeit unserer Rechnung.

$$\text{Probe: } \begin{array}{r} 1782 \cdot 3 \\ \hline 5346 \end{array}$$

Selbstverständlich können wir bei diesen Aufgaben auf das Errechnen der Reste durch schriftliches Subtrahieren verzichten. Dann schreiben wir uns die Reste in die jeweilige Stelle unseres Systems:

$$\begin{array}{r} 9532 : 4 = 2383 \\ 15 \downarrow \\ 33 \downarrow \\ 12 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2383 \cdot 4 \\ \hline 9532 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6525 : 5 = 1305 \\ 15 \cdot \\ 02 \\ 25 \end{array}$$

$$\text{Probe: } \begin{array}{r} 1305 \cdot 5 \\ \hline 6525 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 9 \text{ T} : 4 = 2 \text{ T (Rest 1 T)} \\ 15 \text{ H} : 4 = 3 \text{ H (Rest 3 H)} \\ 33 \text{ Z} : 4 = 8 \text{ Z (Rest 1 Z)} \\ 12 \text{ E} : 4 = 3 \text{ E (kein Rest)} \end{array}$$

Auf eine Kontrolle sollte nie verzichtet werden.

Ergibt eine Teildivision für eine Stelle keine ganze Zahl, so muß an dieser Stelle die 0 erscheinen.

$$\begin{array}{l} 6 \text{ T} : 5 = 1 \text{ T (Rest 1)} \\ 15 \text{ H} : 5 = 3 \text{ H (Rest 0)} \\ 2 \text{ Z} : 5 = 0 \text{ Z (Rest 2)} \\ 25 \text{ E} : 5 = 5 \text{ E (kein Rest)} \end{array}$$

Das Dividieren durch mehrstellige Divisoren erfolgt in der gleichen Weise:

$$\begin{array}{r} 1617 : 11 = 147 \\ 51 \\ 77 \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 147 \cdot 11 \\ \hline 147 \\ 147 \\ \hline 1617 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 30816 : 48 = 642 \\ 288 \\ 201 \\ 192 \\ \hline 96 \end{array}$$

$$\text{Probe: } \begin{array}{r} 642 \cdot 48 \\ \hline 5136 \\ 2568 \\ \hline 30816 \end{array}$$

1 T : 11 = 0 T (Rest 1 T). Diese Rechnung kann weggelassen werden, da das Ergebnis vorher bereits zu übersehen ist. Also gleich:

$$\begin{array}{l} 16 \text{ H} : 11 = 1 \text{ H (Rest 5 H)} \\ 51 \text{ Z} : 11 = 4 \text{ Z (Rest 7 Z)} \\ 77 \text{ E} : 11 = 7 \text{ E (kein Rest)} \end{array}$$

Wird der Divisor größer, läßt sich das Ergebnis der Teildivision durch Aufrunden des Divisors leicht bestimmen. Da $3 : 48$ und $30 : 48$ nicht ganzzahlige Ergebnisse bringen, beginnen wir gleich mit $308 \text{ H} : 48$. (Nach dem Überschlag $300 : 50$ ist zu erwarten, daß der Quotient 6 betragen wird.)

$308 \text{ H} : 48 = 6 \text{ H}$
($6 \text{ H} \cdot 48 = 288 \text{ H}$) Die schriftliche Subtraktion ergibt einen Rest von 20 H.

$$\begin{array}{l} 201 \text{ Z} : 48 = 4 \text{ Z} \\ (4 \text{ Z} \cdot 48 = 192 \text{ Z}) \text{ Rest } 9 \text{ Z} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 96 \text{ E} : 48 = 2 \text{ E} \\ (2 \text{ E} \cdot 48 = 96 \text{ E}), \text{ kein Rest} \end{array}$$

$$54321 : 18 = 3017$$

$$\begin{array}{r} 54 \\ \underline{032} \\ 18 \\ \underline{141} \\ 126 \\ \underline{15} \text{ Rest} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3017 \cdot 18 \\ 24136 \\ 3017 \\ \hline 54306 \end{array}$$

$$54306 + 15 = 54321$$

54 T : 18 = 3 T (3 T · 18 = 54 T) kein Rest
3 H : 18 = 0 H Rest 3 H. (Die Subtraktion erübrigt sich, die nächste Stelle kann gleich heruntergeholt werden! (Nicht die 0 im Quotienten vergessen!))

$$32 Z : 18 = 1 Z \text{ Rest } 14 Z$$

$$141 E : 18 = 7 E (7 E \cdot 18 = 126 E) \text{ Rest } 15$$

Diesmal bleibt ein Rest, die Rechnung „geht nicht auf“. Der Rest von 15 müßte natürlich noch geteilt werden (siehe auch S. 320 bei Brüchen und Dezimalzahlen).

Die Schreibweise $54321 : 18 = 3017, \text{ Rest } 15$ ist zwar üblich, aber im Sinne einer mathematischen Gleichung nicht richtig. Eigentlich müßten wir schreiben:

$$54321 : 18 = 3017 \frac{15}{18}$$

Bei der Probe müssen wir zum Produkt von Quotient und Divisor noch den Rest addieren

Mehrgliedrige Ausdrücke

Werden mehrere Zahlen durch Rechenzeichen zusammengefaßt, so sprechen wir von „mehrgliedrigen Ausdrücken“, z. B.

$$\begin{aligned} &7 + 15 + 28 \\ &16 - 2 - 17 \\ &28 + 16 - 32 \\ &6 \cdot 8 \cdot 7 \\ &28 : 2 \cdot 7 \text{ usw.} \end{aligned}$$

Erscheinen verschiedene Rechenzeichen, so ist folgende Regel zu beachten: Punkt geht vor Strich!

Wir müssen also immer die Rechnungen, die uns durch Punkte vorgeschrieben werden ($\cdot$ und $:$ Multiplikation und Division) zuerst ausführen, dann erst die Rechnungen, die durch Strich ($+$ und $-$, Addition und Subtraktion) vorgeschrieben werden. Also:

$$\begin{aligned} 5 \cdot 9 - 4 &= 45 - 4 = 41 \\ 5 + 9 \cdot 4 &= 5 + 36 = 41 \\ 18 - 5 \cdot 3 &= 18 - 15 = 3 \\ 16 \cdot 2 - 5 \cdot 4 &= 32 - 20 = 12 \\ 30 + 7 \cdot 3 - 16 : 4 &= 30 + 21 - 4 = 47 \end{aligned}$$

Soll anders verfahren werden, so umschließt man den zuerst zu errechnenden Ausdruck mit einer Klammer, denn Klammerschreibweise werden noch vor den „Punktrechnungen“ ausgerechnet, z. B.:

$$18 + 3 \cdot 4 = 18 + 12 = 30$$

$$(18 + 3) \cdot 4 = 21 \cdot 4 = 84$$

$$6 + 4 \cdot 3 - 2 = 6 + 12 - 2 = 16$$

$$(6 + 4) \cdot 3 - 2 = 10 \cdot 3 - 2 = 30 - 2 = 28$$

$$(6 + 4) \cdot (3 - 2) = 10 \cdot 1 = 10$$

$$25 + 35 - 10 : 5 = 25 + 35 - 2 = 58$$

$$25 + (35 - 10) : 5 = 25 + 25 : 5 = 25 + 5 = 30$$

$$(25 + 35 - 10) : 5 = 50 : 5 = 10$$

Ergebniskontrollen

Der Überschlag

Eine wichtige Kontrollmöglichkeit bietet die Überschlagsrechnung. Dazu runden wir die Zahlen nach folgender Übereinkunft: Steht rechts neben der zu rundenden Stelle eine 0, 1, 2, 3, 4, so wird abgerundet, steht rechts eine 5, 6, 7, 8, 9, so wird aufgerundet. Also

$$48 \approx 50; \quad 591 \approx 590; \quad 4727 \approx 4730; \quad 4454 \approx 4450$$

Bei kräftigerem Runden, z. B. auf „eine geltende Stelle“ gehen wir dabei von dem rechten Nachbarwert dieser Stelle aus:

$$\underline{2}521 \approx 3000; \quad \underline{3}498 \approx 3000$$

Es wird also nicht von der letzten Stelle her auf- bzw. abgerundet!

$$2792 + 346 + 5532 + 874 + 9466$$

Diese Aufgabe sieht im Überschlag folgendermaßen aus:

$$3000 + 300 + 6000 + 900 + 9000 = 19200 \quad (\text{genaues Ergebnis der Aufgabe 19010}).$$

$$576 \cdot 34 \quad \text{Überschlag: } 600 \cdot 30 = 18000 \quad (\text{genaues Ergebnis 19584})$$

$$7714 : 38 \quad \text{Überschlag: } 8000 : 40 = 200 \quad (\text{Ergebnis 203})$$

Diese Art von Überschlag ist vor allem bei Multiplikation und Division wichtig.

Die Gegenrechnungen

Eine bessere und genauere Kontrolle ist durch Gegenrechnungen möglich.

Bei der *Addition* mehrerer Summanden kann als Gegenrechnung von oben nach unten gerechnet werden. Bei langen Kolonnen kann es auch empfehlenswert sein, zunächst Teilsummen zu errechnen und aus der Addition dieser Teilsummen dann den endgültigen Wert der Summe zu ermitteln.

Bei der *Subtraktion* ist eine Kontrolle durch Addition leicht möglich. Der Subtrahend (bzw. die Subtrahenden) und die Differenz müssen den Wert des Minuenden ergeben.

$$4768 - 285 - 3119 = 1364$$

$$\begin{array}{r} \text{Kontrolle:} \quad 285 \\ \quad 3119 \\ + 1364 \\ \hline 11 \\ \hline 4768 \end{array}$$

Bei der *Multiplikation* ergibt sich meist eine ausreichende Kontrolle durch eine Gegenrechnung mit vertauschten Faktoren, z. B.:

$$\begin{array}{r} 5706 \cdot 318 \\ \hline 45648 \\ 5706 \\ 17118 \\ \hline 1814508 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 318 \cdot 5706 \\ \hline 1908 \\ 2226 \\ 1590 \\ \hline 1814508 \end{array}$$

Bei der *Division* wurde auf die Kontrolle durch die Multiplikation des Quotienten mit dem Divisor bereits hingewiesen. Bleibt bei einer Division ein Rest, so muß der zu dem Wert des Produktes aus Quotient und Divisor addiert werden, z. B.:

$$\begin{array}{r} 3468 : 25 = 138 \text{ Rest } 18 \\ \hline 25 \\ 96 \\ 75 \\ \hline 218 \\ 200 \\ \hline 18 \end{array} \qquad \begin{array}{r} \text{Gegenrechnung: } 138 \cdot 25 \\ \hline 690 \\ 276 \\ \hline 3450 \end{array} \qquad 3450 + 18 = 3468$$

Die Neunerprobe (Rechnen mit Quersummen)

Die Quersumme einer Zahl ist die Summe aller Ziffern ohne Rücksicht auf ihren Stellenwert. Die Zahl 241 hat also die Quersumme 7 ($2 + 4 + 1$), die Zahl 30420 hat die Quersumme 9.

Die Quersumme von 876989 ($8 + 7 + 6 + 9 + 8 + 9$) ist zunächst 47. Da 47 noch keine einstellige Zahl ist, rechnen wir erneut die Quersumme der Quersumme: $4 + 7 = 11$ und noch einmal $1 + 1 = 2$. Die Quersumme der Zahl 876989 ist also 2.

Die Quersumme einer Zahl wird durch die Addition von 9 nicht verändert; ist die Quersumme einer Zahl z. B. 4, so ergibt $4 + 9 = 13$ wieder die gleiche Quersumme ($1 + 3 = 4$). Daraus folgt ein vereinfachtes Verfahren zur Bestimmung der Quersumme: wir können alle Summanden 9 und alle Summandengruppen im Wert von 9 unberücksichtigt lassen:

$$\begin{array}{r} 94532761 \\ \text{Quersumme wäre } 9 + 4 + 5 + 3 + 2 + 7 + 6 + 1 = 37 \\ 3 + 7 = 10 \\ 1 + 0 = 1 \end{array}$$

Streichen wir die 9 und die Ziffern, die zusammen 9 ergeben

$$\underline{9} + \underline{4 + 5} + 3 + \underline{2 + 7} + 6 + 1,$$

so ergibt sich die Quersumme 1 auf schnellerem Wege. Die Quersumme der Zahl 64583 ist also 8, da die Zifferngruppen $4 + 5$ und $6 + 3$ unberücksichtigt bleiben können.

Das Rechnen mit Quersummen ermöglicht eine einfache Art der Selbstkontrolle bei allen Rechenoperationen mit den Grundrechnungsarten.

Bei der Addition ist die Summe der Quersummen aller Summanden gleich der Quersumme der Summe, z. B.:

$$\begin{array}{r} 5637 \text{ (Qu.: 3)} \\ 470 \text{ (Qu.: 2)} \\ + 70267 \text{ (Qu.: 4)} \\ \hline 76374 \text{ (Qu.: 9)} \end{array}$$

Bei der Kontrolle einer Subtraktionsaufgabe kann die Gegenrechnung durch die Additionsprobe mit der Quersumme ersetzt werden, z. B.

$$\begin{array}{r} 479285 \text{ (Qu.: 8)} \\ - 216032 \text{ (Qu.: 5)} \\ \hline 263253 \text{ (Qu.: 3)} \end{array}$$

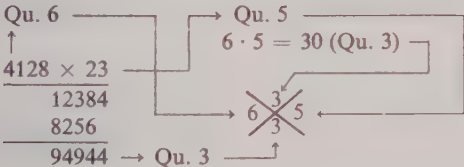
Zur Probe addieren wir die Quersumme des Subtrahenden und der Differenz (5 + 3) und müssen die Quersumme des Minuenden erhalten (8).

Am wichtigsten ist diese Kontrolle bei der Multiplikation:

$$\begin{array}{r} 632 \cdot 193 \\ \hline 1896 \\ 632 \\ \hline 121976 \end{array}$$

Hier muß das Produkt der Quersummen der beiden Faktoren 632 (Qu.: 2) und 193 (Qu.: 4) gleich der Quersumme des errechneten Produktes sein.
 $2 \cdot 4 = 8$ (Quersumme von 121976 ist ebenfalls 8).

Bereits in den Lehrbüchern des berühmten Rechenmeisters Adam Riese (1492–1559) wird auf diese Kontrollmöglichkeit hingewiesen. Er empfiehlt folgende Schreibweise:



Wenn in dem großen Andreaskreuz (früheres Rechenzeichen für die Multiplikation) übereinander stehende Ziffern verschieden sind, so ist die Rechnung falsch!

Bei der Division erfolgt die Kontrolle durch die Multiplikationsprobe:

$$\begin{array}{r} 100601 : 29 = 3469 \\ 87 \\ \hline 136 \\ 116 \\ \hline 200 \\ 174 \\ \hline 261 \end{array}$$

Die Probe $3469 \cdot 29$ führen wir nur mit den Quersummen durch:
 $3469 \cdot 29$ müßte 100601 ergeben:

$4 \cdot 2 = 8$

Bei Ergebnissen mit Rest muß die Quersumme des Restes zur Quersumme des Produktes der Faktorenquersumme addiert werden:

$$\begin{array}{r} 41702 : 81 = 514 \text{ Rest } 68 \\ \underline{405} \\ 120 \\ \underline{81} \\ 392 \\ \underline{324} \\ 68 \end{array}$$

Probe: Qu. von 514 · Qu. von 81 + Qu. 68

$$1 \cdot 9 + 5 = 14$$

Qu. 5 ←

Qu. von 81 → $\begin{array}{c} 9 \\ \times 5 \\ 5 \\ \times 1 \end{array}$ ← Qu. von 514

Qu. von 41702

Für alle Kontrollen durch das Rechnen mit Quersummen (Neunerprobe) gilt folgendes:

Stimmt die Neunerprobe nicht, so ist die Rechnung mit Sicherheit falsch.

Stimmt die Neunerprobe, so muß das Ergebnis nicht richtig sein, da es unendlich viele Zahlen mit der gleichen Quersumme gibt. Deshalb sollte man auch bei Anwendung der Neunerprobe auf einen Überschlag vor dem Rechnen nicht verzichten.

PRIMZAHLEN UND TEILBARKEITSREGELN

Alle Zahlen, die ohne Rest nur durch 1 und durch sich selbst teilbar sind, bezeichnen wir als „Primzahlen“. Sie lassen sich u. a. dadurch ermitteln, daß wir die ganzen Zahlen in Produkte ganzer Zahlen verwandeln.

1, 2 und 3 sind Primzahlen,

4 ist das Produkt von 2 · 2, 5 ist wieder eine Primzahl, 6 ist 2 · 3 usw.

1	4 = 2 · 2	20 = 2 · 2 · 5
2	6 = 2 · 3	21 = 3 · 7
3	8 = 2 · 2 · 2	22 = 2 · 11
5	9 = 3 · 3	24 = 2 · 2 · 2 · 3
7	10 = 2 · 5	25 = 5 · 5
11	12 = 2 · 2 · 3	26 = 2 · 13
13	14 = 2 · 7	27 = 3 · 3 · 3
17	15 = 3 · 5	28 = 2 · 2 · 7
19	16 = 2 · 2 · 2 · 2	30 = 2 · 3 · 5
23	18 = 2 · 3 · 3	32 = 2 · 2 · 2 · 2 · 2
29		33 = 3 · 11
31		34 = 2 · 17 usw.

Die Primzahlen von 1 bis 100 sind:

1, 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67, 71, 73, 79, 83, 89, 97.

Alle Primzahlen – mit Ausnahme der 2 – sind „ungerade“ Zahlen, deren Einerziffer 1, 3, 5, 7 oder 9 ist. Ist die Einerziffer 0, 2, 4, 6 oder 8, so sprechen wir von „geraden“ Zahlen.

Das Zerlegen in Primfaktoren ist für die Bruchrechnung sehr wichtig. Man verfährt am zweckmäßigsten so, daß man der Größe nach – mit der kleinsten beginnend – durch alle Primzahlen teilt, bis die Zahl in lauter Grundzahlen zerlegt ist, z. B.

$$1092 = 2 \cdot 546$$

$$546 = 2 \cdot 273$$

$$273 = 3 \cdot 91$$

$$91 = 7 \cdot 13$$

$$1092 = 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 7 \cdot 13$$

Dabei ist es nützlich, die wichtigsten Regeln über die Teilbarkeit von Zahlen zu kennen.

Allgemeine Teilbarkeitsregeln (teilbar ohne Rest !)

2 Alle geraden Zahlen sind durch 2 teilbar. Man könnte auch sagen: Ist *die letzte Stelle* (Einerstelle) durch 2 teilbar, so ist die ganze Zahl durch 2 teilbar (z. B. 16, 34, 78, 192, 340, 776, 1046 usw.).

4 Sind die *beiden letzten Zahlen* durch 4 teilbar, so ist die ganze Zahl durch 4 teilbar (z. B. 16, 84, 124, 308, 592, 1012, 876532 usw.). Sind die beiden letzten Ziffern 00, so ist die Zahl ebenfalls durch 4 teilbar.

8 Sind die *drei letzten Stellen* als Zahl durch 8 teilbar, so ist auch die ganze Zahl durch 8 teilbar (z. B. 824, 1248, 6400, 127968 usw.). Sind die drei letzten Ziffern 000, so ist die Zahl ebenfalls durch 8 teilbar.

5 Steht in der *letzten Stelle* eine 0 oder eine 5, so ist die ganze Zahl durch 5 teilbar (z. B. 15, 70, 125, 2760, 80620, 999565).

10 Ist die *letzte Ziffer* einer Zahl 0, so ist die ganze Zahl durch 10 teilbar.

3 Ist die *Quersumme* einer Zahl ohne Rest durch 3 teilbar, so ist auch die ganze Zahl durch 3 teilbar (z. B. 21, 36, 123, 471, 9627, 56781234).

6 Ist die *Quersumme einer geraden Zahl* ohne Rest durch 3 teilbar, so ist auch die ganze Zahl durch 6 teilbar (z. B. 18, 72, 132, 474, 10764).

9 Ist die *Quersumme* einer Zahl 9, so ist auch die ganze Zahl durch 9 teilbar (z. B. 81, 144, 738, 6723, 147924).

7 Bei mehr als dreistelligen Zahlen trennen wir die drei letzten Stellen (H, Z, E) von der ganzen Zahl ab. Diese Zahl subtrahieren wir von der Zahl, die durch die vorderen Stellen gebildet wird, oder umgekehrt. Ist die Differenz ohne Rest durch 7 teilbar, so ist auch die ganze Zahl durch 7 teilbar, z. B.:

849786	oder	96145
849		145
<u>- 786</u>		<u>- 96</u>
63		49

Da 63 bzw. 49 durch 7 ohne Rest teilbar sind, sind auch die ganzen Zahlen durch 7 teilbar.

Das zuletzt beschriebene Verfahren gilt auch für die Teilbarkeit durch 11 und 13.

Aus den obenstehenden Teilbarkeitsregeln ergibt sich folgendes:

12 Eine Zahl ist durch 12 teilbar, wenn sie durch 3 *und* durch 4 teilbar ist ($3 \cdot 4 = 12$).

15 Eine Zahl ist durch 15 teilbar, wenn sie durch 3 und durch 5 teilbar ist ($3 \cdot 5 = 15$).

18 Eine Zahl ist durch 18 teilbar, wenn sie durch 2 und 9 teilbar ist ($2 \cdot 9 = 18$).

24 Eine Zahl ist durch 24 teilbar, wenn sie durch 3 und 8 teilbar ist ($3 \cdot 8 = 24$).

BRUCHRECHNEN

Teilen wir einen Kuchen in 4 gleiche Teile, so erhalten wir 4 Viertel. Ein Teil ist ein Viertel $\left(\frac{1}{4}\right)$.



$$1 : 4 = \frac{1}{4}$$

Aus dieser Gleichung geht hervor, daß der Bruchstrich die gleiche Bedeutung hat wie das Divisionszeichen.

- 1 Zähler
— Bruchstrich
4 Nenner

Die Zahl über dem Bruchstrich sagt aus, wie viele Teile wir haben (Zähler).

Die Zahl unter dem Bruchstrich sagt aus, wie groß diese Teile sind (Nenner).



Teilen wir 1 in 6 gleiche Teile, so ist jeder Teil ein Sechstel $\left(\frac{1}{6}\right)$. Fünf dieser Teile sind also fünf Sechstel $\left(\frac{5}{6}\right)$.



Die nebenstehende Fläche ist in 10 gleiche Teile zerlegt. Jeder Teil ist also ein Zehntel des Ganzen. Die ausgefüllten Flächen sind also drei Zehntel der ganzen Fläche $\left(\frac{3}{10}\right)$.

Arten der Brüche

a) Echte Brüche

Beim echten Bruch ist der Zähler kleiner als der Nenner (der Wert des Bruches ist also kleiner als 1), z. B.:

$$\frac{1}{4}, \quad \frac{7}{8}, \quad \frac{4}{11}, \quad \frac{19}{24}, \quad \frac{37}{100} \text{ usw.}$$

Ist der Zähler eines echten Bruches 1, so bezeichnen wir diesen Bruch auch als Stammbruch, z. B.:

$$\frac{1}{3}, \quad \frac{1}{4}, \quad \frac{1}{8}, \quad \frac{1}{15}, \quad \frac{1}{100}$$

b) Unechte Brüche

Beim unechten Bruch ist der Zähler größer als der Nenner (der Wert des Bruches ist also größer als 1) z. B.:

$$\frac{5}{4}, \quad \frac{11}{6}, \quad \frac{9}{8}, \quad \frac{23}{10}, \quad \frac{117}{100}$$

Unechte Brüche lassen sich auch als „gemischte Zahl“ schreiben:

$$\frac{5}{4} = 1 + \frac{1}{4} = 1\frac{1}{4}; \quad \frac{11}{6} = 1 + \frac{5}{6} = 1\frac{5}{6}; \quad \frac{9}{8} = 1 + \frac{1}{8} = 1\frac{1}{8};$$

$$\frac{23}{10} = 2 + \frac{3}{10} = 2\frac{3}{10}$$

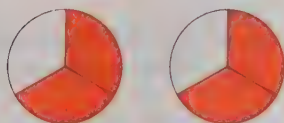
c) Scheinbrüche (uneigentliche Brüche)

Der uneigentliche Bruch ist seinem Wert nach eine ganze Zahl, d. h. der Zähler läßt sich durch den Nenner ohne Rest teilen:

$$\frac{4}{4} = 1; \quad \frac{10}{5} = 2; \quad \frac{15}{3} = 5; \quad \frac{27}{9} = 3; \quad \frac{200}{10} = 20$$

Erweitern und Kürzen von Brüchen (Formänderungen)

Der Bruch $\frac{2}{3}$ ist dem Wesen nach ein Quotient, nämlich das Ergebnis der Aufgabe $2 : 3$.



Wir könnten also 2 in je drei gleiche Teile zerlegen und von jedem Ganzen 1 Teil nehmen:

$$\frac{2}{3}$$



Wir könnten aber auch 1 in drei gleiche Teile zerlegen, und davon 2 Teile nehmen:

$$\frac{2}{3}$$



Das nebenstehende Ganze ist durch den durchgehenden Strich in 2 gleiche Teile, durch die punktierte Linie zusätzlich in Viertel und durch die gestrichelte Linie in Achtel aufgeteilt.

Daraus ergibt sich $1 = \frac{2}{2}$ oder $\frac{4}{4}$ oder $\frac{8}{8}$.

Demnach ist $\frac{1}{2} = \frac{2}{4} = \frac{4}{8}$ bzw. $\frac{1}{4} = \frac{2}{8}$

Werden Zähler und Nenner eines Bruches mit dem gleichen Faktor (Erweiterungszahl) multipliziert, so bleibt der Wert des Bruches unverändert.

$$\frac{1}{2} = \frac{1 \cdot 2}{2 \cdot 2} = \frac{2}{4} = \frac{2 \cdot 2}{4 \cdot 2} = \frac{4}{8} \quad (\text{zweimal erweitert mit } 2)$$

$$\frac{2}{3} = \frac{2 \cdot 3}{3 \cdot 3} = \frac{6}{9} = \frac{6 \cdot 2}{9 \cdot 2} = \frac{12}{18} \quad \text{usw. (erweitert mit } 3 \text{ und } 2)$$

$\frac{1}{4}$ erweitert mit 5 ergibt also $\frac{5}{20} \left(\frac{1 \cdot 5}{4 \cdot 5} \right)$. Der Wert des Bruches wird durch diese Operation nicht verändert.

Die Umkehrung des Erweiterns ist das Kürzen.

Werden Zähler und Nenner durch den gleichen Teiler (Kürzungszahl) dividiert, so bleibt der Wert des Bruches ebenfalls unverändert.

$$\frac{4}{8} = \frac{4 : 2}{8 : 2} = \frac{2}{4} = \frac{2 : 2}{4 : 2} = \frac{1}{2} \quad (\text{gekürzt durch 2 und 2})$$

$$\frac{12}{18} = \frac{12 : 3}{18 : 3} = \frac{4}{6} = \frac{4 : 2}{6 : 2} = \frac{2}{3} \quad \text{usw.} \quad (\text{gekürzt durch 3 und 2})$$

$\frac{9}{15}$ durch 3 gekürzt, ergibt also $\frac{3}{5} \left(\frac{9 : 3}{15 : 3} \right)$; der Wert des Bruches wird durch diese Operation nicht verändert.

Läßt sich ein Bruch nicht kürzen, so steht er in seiner „Grundform“.

$$\frac{1}{3}, \quad \frac{3}{4}, \quad \frac{2}{5}, \quad \frac{6}{7}, \quad \frac{4}{9} \quad \text{usw.}$$

Erweitern oder Kürzen eines Bruches mit bzw. durch 0 ist nicht erlaubt.

Beim Kürzen eines Bruches ist es oft ratsam, den größten gemeinsamen Teiler zu suchen und durch diesen zu kürzen, da sonst eine Reihe von Kürzungsrechnungen erforderlich werden könnten, z. B.:

$$\frac{48}{72} = \frac{48 : 2}{72 : 2} = \frac{24}{36} = \frac{24 : 2}{36 : 2} = \frac{12}{18} = \frac{12 : 2}{18 : 2} = \frac{6}{9} = \frac{6 : 3}{9 : 3} = \frac{2}{3} \quad (\text{Grundwert})$$

In diesem Fall hatten wir auch gleich durch $2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3$, also durch 24 kürzen können:

$$\frac{48}{72} = \frac{48 : 24}{72 : 24} = \frac{2}{3}.$$

Die 24 ist in diesem Fall der „größte gemeinsame Teiler“ der Zahlen 48 und 72. Beide Zahlen sind (siehe Teilbarkeitsregeln) durch 2, 3, 4, 6, 8, 12 und 24 teilbar.

Der größte gemeinsame Teiler läßt sich dadurch ermitteln, daß wir die Zahl 48 (Nenner) und 72 (Zähler) in Primfaktoren zerlegen:

$$\begin{array}{r} 48 = \boxed{2} \cdot \boxed{2} \cdot \boxed{2} \cdot 2 \cdot \boxed{3} \\ 72 = \boxed{2} \cdot \boxed{2} \cdot \boxed{2} \cdot 3 \cdot \boxed{3} \end{array}$$

Alle gemeinsamen Faktoren beider Produkte ergeben den größten gemeinsamen Teiler; in unserem Fall sind es $2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3 = 24$.

Die Zahl 24 ist die größte Zahl, durch die sich die Zahlen 48 und 72 ohne Rest teilen lassen.

Brüche mit gleichem Nenner sind „gleichnamige“ Brüche.

Der „Kehrwert“ eines Bruches entsteht durch Vertauschen von Zähler und Nenner gegeneinander, z. B.:

$$\frac{1}{2} \text{ Kehrwert: } \frac{2}{1}; \quad \frac{5}{6} \text{ Kehrwert: } \frac{6}{5}; \quad \frac{18}{5} \text{ Kehrwert: } \frac{5}{18}.$$

Grundrechnungsarten mit Brüchen

Addition von Brüchen

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{3}$$

Gleichnamige Brüche werden addiert, indem wir die Zähler addieren. Der Nenner verändert sich nicht.

$$\frac{1}{8} + \frac{3}{8} + \frac{3}{8} = \frac{1+3+3}{8} = \frac{7}{8}$$

Das Ergebnis wird nach Möglichkeit gekürzt.

$$\frac{1}{9} + \frac{2}{9} = \frac{1+2}{9} = \frac{3}{9} = \frac{3:3}{9:3} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{3}$$

Ungleichnamige Brüche (Brüche mit verschiedenen Nennern) lassen sich nicht addieren. Sie müssen erst durch Erweitern in gleichnamige Brüche verwandelt werden:

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{1 \cdot 2}{2 \cdot 2} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} = \frac{1 \cdot 20}{3 \cdot 20} + \frac{1 \cdot 15}{4 \cdot 15} + \frac{1 \cdot 12}{5 \cdot 12} = \frac{20 + 15 + 12}{60} = \frac{47}{60}$$

Im zweiten Beispiel war 60 der „Hauptnenner“, also der gemeinsame Nenner der Brüche $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{5}$.

Der Hauptnenner ist jeweils das „kleinste gemeinsame Vielfache“ aller Zahlen, die als Nenner in einer Aufgabe auftreten, in unserem Beispiel also $3 \cdot 4 \cdot 5 = 60$

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{8} + \frac{1}{9}$$

Um diese Aufgabe lösen zu können, brauchen wir das kleinste gemeinsame Vielfache von 4, 6, 8 und 9.

Dazu zerlegen wir die Zahlen wieder in Primfaktoren:

$$\begin{aligned} 4 &= 2 \cdot 2 \\ 6 &= 2 \cdot 3 \\ 8 &= 2 \cdot 2 \cdot 2 \\ 9 &= 3 \cdot 3 \end{aligned}$$

Dann streichen wir alle Faktoren, die in anderen Produkten enthalten sind ($2 \cdot 2$ ist in $2 \cdot 2 \cdot 2$ enthalten, $2 \cdot 3$ ist in $2 \cdot 2 \cdot 2$ und $3 \cdot 3$ enthalten).

Das kleinste gemeinsame Vielfache ist also $2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3 = 72$.

72 ist demnach die kleinste Zahl, in der alle vier Nenner (4, 6, 8, 9) enthalten sind. Mit der Zahl 72 haben wir den Hauptnenner ermittelt. Alle Brüche, die addiert werden sollen, müssen auf 72stel erweitert werden.

Hauptnenner: 72 $2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3$

$\frac{1}{4}$ muß mit $2 \cdot 3 \cdot 3 = 18$ erweitert werden ($72 : 4 = 18$)

$\frac{1}{6}$ muß mit $2 \cdot 2 \cdot 3 = 12$ erweitert werden ($72 : 6 = 12$)

$\frac{1}{8}$ muß mit $3 \cdot 3 = 9$ erweitert werden ($72 : 8 = 9$)

$\frac{1}{9}$ muß mit $2 \cdot 2 \cdot 2 = 8$ erweitert werden ($72 : 9 = 8$)

$$\frac{1 \cdot 18}{4 \cdot 18} + \frac{1 \cdot 12}{6 \cdot 12} + \frac{1 \cdot 9}{8 \cdot 9} + \frac{1 \cdot 8}{9 \cdot 8} = \frac{18 + 12 + 9 + 8}{72} = \frac{47}{72}$$

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{8} + \frac{1}{9} = \frac{47}{72}$$

Das Ergebnis läßt sich nicht kürzen, da 47 und 72 keinen gemeinsamen Teiler haben.

Gemischte Zahlen werden addiert, indem man die ganzen Zahlen und die Brüche addiert:

$$2\frac{1}{3} + 6\frac{1}{3} = 2 + 6 + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = 8\frac{2}{3}$$

$$4\frac{1}{2} + 3\frac{1}{4} = 4 + 3 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} = 7 + \frac{2}{4} + \frac{1}{4} = 7\frac{3}{4}$$

$$18\frac{1}{3} + 1\frac{3}{4} + \frac{5}{6} = 18 + 1 + \frac{1}{3} + \frac{3}{4} + \frac{5}{6} = 19\frac{4+9+10}{12} = 19\frac{23}{12} = 20\frac{11}{12}$$

Subtraktion von Brüchen:

Für die Subtraktion von Brüchen gilt sinngemäß, was für die Addition gilt:

Gleichnamige Brüche werden subtrahiert, indem wir die Zähler subtrahieren. Der Nenner verändert sich nicht.

$$\frac{4}{7} - \frac{3}{7} = \frac{4-3}{7} = \frac{1}{7}$$

Das Ergebnis wird nach Möglichkeit gekürzt:

$$\frac{8}{9} - \frac{2}{9} = \frac{8-2}{9} = \frac{6}{9} = \frac{6:3}{9:3} = \frac{2}{3}$$

Ungleichnamige Brüche müssen vor dem Subtrahieren durch Erweitern oder Kürzen in gleichnamige Brüche umgeformt werden (auch hier ist der Hauptnenner das kleinste gemeinsame Vielfache aller Nenner).

Beim Subtrahieren von gemischten Zahlen kann es notwendig sein, mit unechten Brüchen zu arbeiten:

$$5\frac{1}{4} - 2\frac{1}{2} = 4\frac{5}{4} - 2\frac{2}{4} = 4 + \frac{5}{4} - \left(2 + \frac{2}{4}\right) = 4 - 2 + \frac{5}{4} - \frac{2}{4} = 2\frac{3}{4},$$

bzw.

$$\frac{21}{4} - \frac{5}{2} = \frac{21-10}{4} = \frac{11}{4} = 2\frac{3}{4}$$

Multiplikation von Brüchen:



$$4 \cdot \frac{1}{4} = \frac{4}{4} = 1$$

Beim Multiplizieren von Brüchen wird nur die Anzahl (Zähler) der Bruchteile vervielfacht. Der Wert des Nenners bleibt unverändert.

$$5 \cdot \frac{1}{2} = \frac{5 \cdot 1}{2} = \frac{5}{2} = 2\frac{1}{2}$$

Anschließend wird gekürzt, bzw. der unechte Bruch in eine gemischte Zahl verwandelt.

Einen unechten Bruch verwandeln wir in eine gemischte Zahl, indem wir den Zähler durch den Nenner dividieren, z. B. $\frac{17}{4} = 4\frac{1}{4}$. Dieser Bruch entspricht ja der Aufgabe $17 : 4 = 4$ Rest 1, wobei der Rest auch noch durch 4 zu teilen ist; der Wert des Quotienten wäre also genau $4\frac{1}{4}$.

Mitunter ist es notwendig, gemischte Zahlen in unechte Brüche zu verwandeln. Dazu verwandeln wir die ganze Zahl in einen Scheinbruch mit dem Nenner des Bruchteils der gemischten Zahl und addieren dann die Zähler:

$$4\frac{1}{5} = \frac{20}{5} + \frac{1}{5} = \frac{21}{5}; \quad 7\frac{2}{3} = \frac{21}{3} + \frac{2}{3} = \frac{23}{3}; \quad 6\frac{3}{10} = \frac{60+3}{10} = \frac{63}{10}$$

Praktisch wird also die ganze Zahl mit dem Nenner multipliziert und dieser Wert zu dem Wert des Zählers addiert. Der Nenner bleibt dabei unverändert:

$$3\frac{1}{2} = \frac{3 \cdot 2 + 1}{2} = \frac{7}{2}; \quad 18\frac{3}{5} = \frac{18 \cdot 5 + 3}{5} = \frac{93}{5}; \quad 11\frac{9}{10} = \frac{11 \cdot 10 + 9}{10} = \frac{119}{10}$$

Eine gemischte Zahl wird mit einer ganzen Zahl multipliziert, indem erst die ganze Zahl und dann der Bruch vervielfacht werden:

$$3\frac{1}{5} \cdot 3 = 3 \cdot 3 + \frac{1}{5} \cdot 3 = 9 + \frac{3}{5} = 9\frac{3}{5};$$

$$6\frac{1}{4} \cdot 7 = 42 + \frac{7}{4} = 42 + 1\frac{3}{4} = 43\frac{3}{4}$$

Brüche werden miteinander multipliziert, indem man Zähler mit Zähler und Nenner mit Nenner nimmt, z. B.:

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1 \cdot 1}{2 \cdot 3} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{4}{5} = \frac{1 \cdot 4}{3 \cdot 5} = \frac{4}{15}$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{7} = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 7} = \frac{15}{56}$$

Die Hälfte eines Drittels ist ein Sechstel. Wir könnten also anstatt mit $\frac{1}{2}$ zu multiplizieren auch durch 2 dividieren.

$$\frac{3}{8} \cdot \frac{2}{9} = \frac{3 \cdot 2}{8 \cdot 9} = \frac{6}{72}, \text{ gekürzt durch 6 ergibt } \frac{1}{12}.$$

In diesem Fall hätte man aber bereits vor dem Errechnen der Produktwerte kürzen können:

$$\frac{3 \cdot 2}{8 \cdot 9} \text{ gekürzt durch 2 ergibt } \frac{3 \cdot 1}{4 \cdot 9} \text{ gekürzt durch 3 ergibt } \frac{1 \cdot 1}{4 \cdot 3} = \frac{1}{12}$$

Produkte werden nur in einem Faktor gekürzt!

$$\frac{5}{12} \cdot \frac{4}{30} = \frac{5 \cdot 4}{12 \cdot 30} = \frac{1 \cdot 4}{12 \cdot 6} = \frac{1 \cdot 1}{3 \cdot 6} = \frac{1}{18}$$

oder kürzer

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{6} = \frac{1 \cdot 1}{3 \cdot 6} = \frac{1}{18}$$

Gemischte Zahlen werden vor der Multiplikation in unechte Brüche verwandelt:

$$2\frac{1}{2} \cdot 1\frac{3}{4} = \frac{5}{2} \cdot \frac{7}{4} = \frac{35}{8} = 4\frac{3}{8}; \quad 8\frac{2}{5} \cdot 5\frac{1}{4} = \frac{42 \cdot 21}{5 \cdot 4} = \frac{441}{10} = 44\frac{1}{10}$$

Wird ein Bruch mit seinem Kehrwert (reziproker Wert) multipliziert, so ergibt das immer den Wert 1:

$$\frac{5}{6} \cdot \frac{6}{5} = 1; \quad \frac{17}{39} \cdot \frac{39}{17} = 1$$

Division von Brüchen:



$$\frac{5}{6} : 5 = \frac{1}{6}$$

$$\frac{8}{15} : 4 = \frac{8 : 4}{15} = \frac{2}{15}$$

Ein Bruch wird durch eine ganze Zahl dividiert, indem nur die Anzahl der Bruchteile geteilt wird, der Wert des Nenners bleibt dabei unverändert.

Ist der Wert des Zählers nicht ohne Rest teilbar, so kann die Teilbarkeit durch Erweitern erreicht werden:

$$\frac{3}{5} : 2 = (\text{erweitert mit 2}) \frac{6 : 2}{10} = \frac{3}{10}$$

$$\frac{6}{13} : 9 = (\text{erweitert mit 3}) = \frac{18 : 9}{39} = \frac{2}{39}$$

$$\frac{6}{13} : 9 = \frac{6}{13 \cdot 9} = \frac{6}{117}, \text{ gekürzt durch 3 ergibt } \frac{2}{39}$$

Aus diesem Beispiel ergibt sich, daß wir – anstatt den Zähler zu dividieren – auch den Nenner mit dem Divisor multiplizieren können.

Ein Bruch wird durch eine ganze Zahl dividiert, indem entweder der Zähler durch den Divisor geteilt oder der Nenner mit dem Divisor multipliziert wird.

$$\frac{4}{9} : 4 = \frac{4 : 4}{9} = \frac{1}{9} \quad \text{oder} \quad \frac{4}{9} : 4 = \frac{4}{9 \cdot 4} = \frac{4}{36} = \frac{1}{9}$$

Soll eine gemischte Zahl durch eine ganze Zahl dividiert werden, wird ebenso verfahren, nur muß zunächst der Dividend in einen unechten Bruch verwandelt werden:

$$5\frac{1}{7} : 4 = \frac{36}{7} : 4 = \frac{36 : 4}{7} = \frac{9}{7} = 1\frac{2}{7};$$

$$2\frac{1}{3} : 7 = \frac{7}{3} : 7 = \frac{7 : 7}{3} = \frac{1}{3}$$

Soll eine ganze Zahl durch einen Bruch dividiert werden, so können wir das zunächst als eine Aufgabe des Messens (Enthaltenseins) betrachten:

$$3 : \frac{1}{2} = 6$$

Wie oft ist $\frac{1}{2}$ in 3 enthalten?



$\frac{1}{2}$ ist in 3 (wie aus der Zeichnung ersichtlich) 6mal enthalten.

$$6 : \frac{2}{5} = 15$$

$\frac{1}{5}$ ist in 1 natürlich 5mal, in 6 demnach 30mal enthalten.

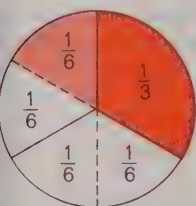
$$\left. \begin{array}{l} 6 \cdot 5 = 30 \\ 30 : 2 = 15 \end{array} \right\} \quad \frac{6 \cdot 5}{2} = 15$$

$\frac{2}{5}$ sind in der gleichen Zahl aber nur $\frac{1}{2}$ mal so viel, also 15mal enthalten. Wir haben das Produkt aus dem Dividenten und dem Divisor des Zählers ($6 \cdot 5$) durch den Zähler des Divisors geteilt (2).

Eine ganze Zahl wird durch einen Bruch dividiert, indem man den Dividenten mit dem Kehrwert des Divisors multipliziert:

$$7 : \frac{3}{4} = 7 \cdot \frac{4}{3} = \frac{7 \cdot 4}{3} = \frac{28}{3} = 9 \frac{1}{3}; \quad 10 : \frac{5}{6} = \frac{10 \cdot 6}{5} = 12$$

Für die Division von Brüchen durch Brüche gilt das gleiche:



$$\frac{2}{3} : \frac{1}{6} = 4$$

$\frac{1}{6}$ ist in $\frac{2}{3}$ (siehe Skizze) 4mal enthalten

$$\left(\frac{4}{6} : \frac{1}{6} \quad 4 \right)$$

$$\begin{array}{l} 24 : 4 = 6 \\ 24 : 2 = 12 \end{array}$$

Wird die gleiche Zahl durch die Hälfte des Divisors geteilt, so ist der Wert des Quotienten doppelt so groß.

Aus den folgenden Kolonnen ist das deutlich zu erkennen:

$$8 : 8 = 1$$

$$\frac{1}{8} : 8 = \frac{1}{64}$$

$$\frac{1}{2} : 4 = \frac{1}{8}$$

$$8 : 4 = 2$$

$$\frac{1}{8} : 4 = \frac{1}{32}$$

$$\frac{1}{2} : 2 = \frac{1}{4}$$

$$8 : 2 = 4$$

$$\frac{1}{8} : 2 = \frac{1}{16}$$

$$\frac{1}{2} : 1 = \frac{1}{2}$$

$$8 : 1 = 8$$

$$\frac{1}{8} : 1 = \frac{1}{8}$$

$$\frac{1}{2} : \frac{1}{2} = 1$$

$$8 : \frac{1}{2} = 16$$

$$\frac{1}{8} : \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{1}{2} : \frac{1}{4} = 2$$

$$8 : \frac{1}{4} = 32$$

$$\frac{1}{8} : \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2} : \frac{1}{8} = 4$$

$$8 : \frac{1}{8} = 64$$

$$\frac{1}{8} : \frac{1}{8} = 1$$

$$\frac{1}{2} : \frac{1}{16} = 8$$

Ein Bruch wird durch einen Bruch dividiert, indem man mit dem Kehrwert des Divisors multipliziert:

$$\frac{1}{8} : \frac{1}{4} = \frac{1}{8} \cdot \frac{4}{1} = \frac{1 \cdot 4}{8 \cdot 1} = \frac{4}{8} = \frac{1}{2}; \quad \frac{3}{5} : \frac{2}{3} = \frac{3 \cdot 3}{5 \cdot 2} = \frac{9}{10}$$

Bei gemischten Zahlen verfahren wir ebenso:

$$7\frac{1}{5} : \frac{4}{15} = \frac{36}{5} : \frac{4}{15} = \frac{\overset{9}{36} \cdot \overset{3}{15}}{\underset{1}{5} \cdot \underset{1}{4}} = 27; \quad 7\frac{1}{2} : 2\frac{2}{5} = \frac{\overset{5}{15} \cdot 5}{\underset{4}{2} \cdot \underset{5}{12}} = \frac{25}{8} = 3\frac{1}{8}$$

Teilen wir 1 durch einen Bruch, so erhalten wir den Kehrwert dieses Bruches:

$$1 : \frac{3}{4} = 1 \cdot \frac{4}{3} = \frac{4}{3}; \quad 1 : \frac{8}{15} = \frac{15}{8}$$

Doppelbrüche sind Brüche, bei denen Zähler, Nenner oder beide Brüche oder gemischte Zahlen sind:

$$\frac{\frac{1}{2}}{\frac{4}{4}}; \quad \frac{\frac{3}{1}}{\frac{1}{3}}; \quad \frac{\frac{4}{5}}{\frac{1}{6}};$$

Da der Bruchstrich als Divisionszeichen verstanden werden kann, könnten die drei Beispiele auch so geschrieben werden:

$$\frac{1}{2} : 4; \quad 3 : \frac{1}{3}; \quad \frac{4}{5} : \frac{1}{6}$$

Durch diese Schreibweise kann der Wert des Doppelbruches in der üblichen Weise errechnet werden.

$$\frac{\frac{1}{2}}{\frac{4}{4}} = \frac{1}{8}; \quad \frac{\frac{3}{1}}{\frac{1}{3}} = 9; \quad \frac{\frac{4}{5}}{\frac{1}{6}} = 4\frac{4}{5}$$

Bei der Bruchrechnung können also folgende Fälle in der Division auftreten:

ganze Zahl : ganze Zahl

$$5 : 2 = \frac{5}{2} = 2\frac{1}{2}$$

ganze Zahl : Bruch

$$5 : \frac{1}{6} = 5 \cdot \frac{6}{1} = 30$$

ganze Zahl : gemischte Zahl

$$8 : 2\frac{3}{5} = 8 : \frac{13}{5} = \frac{8 \cdot 5}{13} = \frac{40}{13} = 3\frac{1}{13}$$

Bruch : ganze Zahl

$$\frac{27}{41} : 9 = \frac{3}{41}$$

Bruch : Bruch

$$\frac{1}{7} : \frac{1}{2} = \frac{1}{7} \cdot \frac{2}{1} = \frac{2}{7}$$

Bruch : gemischte Zahl

$$\frac{1}{5} : 2\frac{1}{2} = \frac{1}{5} : \frac{5}{2} = \frac{1}{5} \cdot \frac{2}{5} = \frac{2}{25}$$

gemischte Zahl : ganze Zahl

$$2\frac{1}{3} : 5 = \frac{7}{3} : 5 = \frac{7}{3 \cdot 5} = \frac{7}{15}$$

gemischte Zahl : Bruch

$$4\frac{2}{9} : \frac{2}{3} = \frac{\overset{19}{\cancel{38}} \cdot \cancel{3}}{\underset{3}{9} \cdot \cancel{2}} = \frac{19}{3} = 6\frac{1}{3}$$

gemischte Zahl : gemischte Zahl

$$1\frac{1}{6} : 2\frac{1}{3} = \frac{7 \cdot 3}{6 \cdot 7} = \frac{21}{42} = \frac{1}{2}$$

Das Kürzen ist bei allen Bruchrechnungen eine wesentliche Hilfe, es erspart oft umständliche Rechnungen und hilft so, Fehler zu vermeiden.

$$5\frac{5}{6} + 7\frac{7}{8} \cdot 6\frac{2}{7} + 8\frac{1}{4} : 2\frac{3}{4} = \frac{35}{6} + \frac{\overset{9}{\cancel{63}} \cdot \overset{11}{\cancel{44}}}{\underset{2}{8} \cdot \underset{1}{7}} + \frac{\overset{3}{\cancel{33}} \cdot \overset{1}{4}}{\underset{1}{4} \cdot \underset{1}{11}} =$$
$$\frac{35}{6} + \frac{99}{2} + 3 = \frac{35 + 297 + 18}{6} = \frac{\overset{175}{\cancel{350}}}{\underset{3}{6}} = 58\frac{1}{3}$$

Dezimalzahlen

Unser Zahlensystem ist ein Dezimalsystem, d. h. jede Stelle nach links besitzt den 10fachen Wert wie die rechte Nachbarstelle. Umgekehrt könnte man sagen: Jede Stelle besitzt ein Zehntel des Wertes ihrer linken Nachbarstelle, d. h. der Hunderter ist ein Zehntel des Tausenders, der Zehner ein Zehntel des Hunderters, der Einer ein Zehntel des Zehners usw.

Setzen wir das System konsequent nach rechts fort, so muß nach rechts die nächste Stelle neben dem Einer den zehnten Teil des Einers bedeuten, also ein Zehntel, die nächste Stelle den zehnten Teil eines Zehntels, also ein Hundertstel usw.

In unserer Stellenwerttafel stehen also nach rechts neben dem Einer Bruchteile des Einers. Sie werden durch ein Komma abgetrennt.

Tausender	Hunderter	Zehner	Einer	Komma	Zehntel	Hundertstel	Tausendstel
4	0	3	7		1	5	2

Die nebenstehende Zahl setzt sich also aus 4 Tausendern, 3 Zehnern, 7 Einern, 1 Zehntel, 5 Hundertsteln und 2 Tausendsteln zusammen.
 $4\text{ T} + 3\text{ Z} + 7\text{ E} + 1\text{ Zt.} + 5\text{ Ht.} + 2\text{ Tt.} = 4037,152$.

Brüche, deren Nenner 10, 100, 1000, 10000 usw. lauten, nennen wir „Dezimalbrüche“.

$4\frac{3}{10}$ könnte also auch 4,3 (4 Einer + 3 Zehntel) geschrieben werden.

$6\frac{7}{100} = 6,07$ (6 Einer + 7 Hundertstel)

$$40\frac{6}{10} = 40,6 \text{ (4 Zehner + 6 Zehntel)}$$

$$201\frac{9}{100} = 201,09 \text{ (2 Hunderter + 1 Einer + 9 Hundertstel)}$$

„Leere Stellen“ werden rechts von dem Komma (ebenso wie links) durch die 0 markiert.

$$400,004 = 400 + \frac{4}{1000} \text{ (4 Hunderter + 4 Tausendstel)}$$

$$2,024 = 2 + \frac{2}{100} + \frac{4}{1000} \text{ (2 Einer + 2 Hundertstel + 4 Tausendstel)}$$

Dezimalbrüche lassen sich ebenso erweitern und kürzen wie alle anderen Brüche:

$$\frac{3}{10} = \frac{30}{100} = \frac{300}{1000}, \quad \frac{80}{100} = \frac{8}{10} = \frac{4}{5}, \quad \frac{250}{100} = 2\frac{50}{100} = 2\frac{5}{10} = 2,5;$$

$$3,4 = 3,40 = 3,400, \text{ da } 3\frac{4}{10} = 3\frac{40}{100} = 3\frac{400}{1000} \text{ (jeweils mit 10 erweitert).}$$

Rechenoperationen mit Dezimalzahlen

Alle Rechenoperationen lassen sich auch mit Dezimalzahlen durchführen.

Bei der **Addition** und **Subtraktion** müssen wir wie immer darauf achten, daß die Stellen richtig untereinander stehen (Einer unter Einern, Zehntel unter Zehnteln usw.). Das ist der Fall, wenn Komma unter Komma steht:

T	H	Z	E	Zt	Ht	
1	3	3	7,	5	8	$\frac{3}{100} + \frac{8}{100} = \frac{11}{100} = \frac{10}{100} + \frac{1}{100} = \frac{1}{10} + \frac{1}{100}$ $\frac{8}{10} + \frac{5}{10} = \frac{13}{10} = 1\frac{3}{10}$
9	4	2,	7	3		
2	2	8	0,	3	1	

$$\begin{array}{r} 258,47 \\ - 186,52 \\ \hline 71,95 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 302 + 11,5 \\ 30,4 - 2,72 \\ 0,02 - 0,004 \end{array}$$

Bei diesen Aufgaben müssen wir jeweils so erweitern, daß ausreichend Stellen nach rechts zur Verfügung stehen:

$$\begin{array}{r} 302,0 \\ + 11,5 \\ \hline 313,5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 30,40 \\ - 2,72 \\ \hline 27,68 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,020 \\ - 0,004 \\ \hline 0,016 \end{array}$$

Bei der **Multiplikation** von oder mit Dezimalzahlen verfahren wir genau wie beim Rechnen mit ganzen Zahlen.

$$\begin{array}{r} 423,7 \cdot 3 \\ \hline 1271,1 \end{array}$$

Auch beim Rechnen mit Dezimalzahlen ist der Überschlag mit runden Zahlen sehr wichtig: $(400 \cdot 3 = 1200)$. Das Ergebnis 127,11 oder 12711 muß also falsch sein.

$$\begin{array}{r} 25,2 \cdot 3,8 \\ \hline 2016 \\ 756 \\ \hline 95,76 \end{array}$$

Überschlag: $25 \cdot 4 = 100$

Wir rechnen – ohne Rücksicht auf das Komma – wie mit ganzen Zahlen.

Das Ergebnis muß so viele Stellen hinter dem Komma haben wie beide Faktoren zusammen.

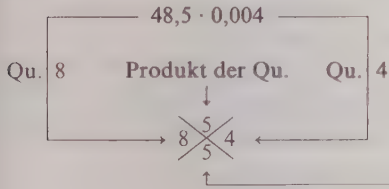
Der Grund für diese Regel geht aus folgender Überlegung hervor:

$$25,2 = 25 \frac{2}{10} = \frac{252}{10}$$

$$3,8 = 3 \frac{8}{10} = \frac{38}{10}$$

$$\frac{252}{10} \cdot \frac{38}{10} = \frac{252 \cdot 38}{100} = \frac{9576}{100} = 95,76$$

Die **Neunerprobe** (Quersummenrechnen) läßt sich bei Dezimalzahlen ebenso durchführen wie bei ganzen Zahlen. Über den Wert gibt allerdings nur der Überschlag Auskunft.



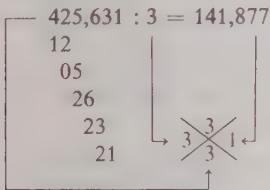
Überschlag:

$$50 \cdot \frac{4}{1000} = \frac{200}{1000} = \frac{2}{10} = 0,2$$

$$\text{Qu. 5} \quad \begin{array}{r} 48,5 \cdot 0,004 \\ \hline 0,1940 \end{array}$$

Es müssen 1 + 3 Stellen hinter dem Komma stehen.

Bei der **Division** von Dezimalzahlen durch ganze Zahlen bleibt das Verfahren das gleiche wie bei ganzen Zahlen:



$$23,5 : 4$$

$$23,5 = 23,500$$

$$23,500 : 4 = 5,875$$

$$\begin{array}{r} 3 \overline{) 23,500} \\ 12 \\ \hline 11 \\ 8 \\ \hline 30 \\ 20 \end{array}$$

Überschlag: $420 : 3 = 140$

Wir beginnen die Division wie immer und rechnen bis zur Einerstelle. Wenn die Einer dividiert sind, setzen wir im Ergebnis bereits das Komma. Dadurch kommen die Bruchteile gleich an die richtige Stelle.

Hier scheint die Division nicht aufzugehen. Wenn wir aber mit 100 erweitern, ist die Aufgabe leicht lösbar:

$$\frac{5}{10} \quad \frac{500}{1000}$$

$$27896,27000 : 13 = 2145,86692$$

$$\begin{array}{r} 18 \\ 59 \quad \text{Ergebnis: } 2145,87 \\ 76 \quad 2145,867 \\ 112 \quad 2145,8669 \\ 87 \quad 2145,86692 \\ \hline 90 \quad \text{usw.} \\ 120 \\ 30 \end{array}$$

Hier bleibt bei der Division ein Rest von 9 Hundertsteln. Auch durch Erweitern ist die Rechnung nicht zu lösen.

Je nach der Genauigkeit, die verlangt wird, können wir jetzt weiterrechnen. In die Stelle der Tausendstel käme eine 6, in die der Zehntausendstel eine 9. In diesen Fällen wird das Ergebnis auf- bzw. abgerundet.

Vorsicht bei der Neunerprobe mit gerundeten Ergebnissen.

Die Division durch eine Dezimalzahl ist erst möglich, wenn der Divisor durch Erweitern zu einer ganzen Zahl geworden ist:

$$78,8 : 0,4$$

$$\frac{788}{10} : \frac{4}{10} = \frac{788 \cdot \overset{1}{\cancel{10}}}{\cancel{10} \cdot 4} = \frac{788}{4}$$

$$78,8 : 0,4 = 788 : 4 = 197$$

Die Rechnung $8 : 2$ ergibt das gleiche Ergebnis wie die Rechnung $80 : 20$ oder $800 : 200$. Hier wurden die Quotienten durch 10 bzw. 100 erweitert.

Wenn der Divisor eine Dezimalzahl ist, darf nicht dividiert werden.

$$\begin{array}{ll} 375,25 : 0,5 = 3752,5 : 5 & \text{(erweitert mit 10)} \\ 278,1 : 0,26 = 27810 : 26 & \text{(erweitert mit 100)} \\ 3700 : 0,02 = 370000 : 2 & \text{(erweitert mit 100)} \\ 4738,1 : 33,1 = 47381 : 331 & \text{(erweitert mit 10)} \\ 9873,21 : 3,025 = 9873210 : 3025 & \text{(erweitert mit 1000)} \\ 3,7268 : 0,42 = 372,68 : 42 & \text{(erweitert mit 100)} \end{array}$$

Verwandlung von Brüchen in Dezimalzahlen

$$\frac{1}{2} \quad \frac{5}{10} \quad 0,5; \quad \frac{1}{5} \quad \frac{2}{10} \quad 0,2; \quad \frac{1}{4} \quad \frac{25}{100} = 0,25; \quad \frac{1}{25} = \frac{4}{100} \quad 0,04$$

Alle Brüche, deren Nenner nur die Primfaktoren 2 und 5 enthalten, lassen sich durch Erweitern in Dezimalbrüche und damit in Dezimalzahlen verwandeln.

$$\begin{array}{l} 1 : 2 = 1,0 : 2 = 0,5; \quad 1 : 5 = 1,0 : 5 = 0,2; \quad 1 : 4 = 1,00 : 4 = 0,25; \\ 1 : 25 = 1,00 : 25 = 0,04 \end{array}$$

Brüche werden in Dezimalzahlen verwandelt, indem man den Zähler durch den Nenner dividiert, d. h. den Wert des Quotienten ermittelt.

$$\frac{1}{8} = 1,000 : 8 = 0,125; \quad \frac{21}{70} = 21,0 : 70 = 0,3; \quad \frac{15}{30} = 15,0 : 30 = 0,5$$

$$\frac{2}{3} = 2 : 3 = \begin{array}{r} 2,00000 : 3 = 0,66666... \\ 20 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \end{array}$$

In diesem Fall gibt es stets den gleichen Rest. Das nennen wir einen „periodischen Dezimalbruch“. Um die immer wiederkehrenden Zahlen nicht unnötig zu schreiben, setzen wir über die Periode einen waagerechten Strich: $0,\overline{6}...$ und deuten durch ein paar Punkte dahinter die unendliche Zahl der Dezimalstellen an. Gelesen wird: „0, Komma, Periode 6“.

$$\frac{1}{9} = 1,0 : 9 = 0,\overline{1}... \quad (0, \text{Komma, Periode } 1)$$

$$\frac{4}{7} = 4 : 7 = 0,\overline{571426} \dots \quad (0, \text{Komma, Periode, } 5, 7, 1, 4, 2, 6).$$

$$\begin{array}{r} 40 \\ \underline{50} \\ 10 \\ 30 \\ 20 \\ 60 \\ 40 \end{array}$$

Nenner, die neben 2 und 5 andere Primfaktoren enthalten, ergeben gemischt periodische Dezimalbrüche, z. B.:

$$\frac{4}{15} = 4 : 15 = 0,2\overline{6} \dots$$

(0, Komma, 2, Periode 6.)

Dezimalzahlen werden in Brüche verwandelt, indem man die Zahl ohne Komma als Zähler setzt und dem Nenner hinter der 1 so viele Nullen gibt, wie die Zahl Stellen hinter dem Komma hat. Nach Möglichkeit ist dabei zu kürzen, z. B.:

$$3,14 = \frac{314}{100} = \frac{157}{50} = 3\frac{7}{50} \quad \text{oder} \quad 3\frac{14}{100} = 3\frac{7}{50}$$

$$0,375 = \frac{375}{1000} = \frac{3}{8}; \quad 0,08 = \frac{8}{100} = \frac{2}{25}$$

POTENZ UND WURZEL

$$5 \cdot 5 \cdot 5 = 5^3$$

Tritt ein und dieselbe Zahl mehrmals als Faktor auf, so wenden wir die Potenzschreibweise an.

$$4^3 = 64$$

$$\text{Basis}^{\text{Exponent}} = \text{Wert der Potenz}$$

Aus der Multiplikationsaufgabe $5 \cdot 5 \cdot 5$ wird die Potenz 5^3 (5 hoch 3). Dabei bezeichnen wir 5 als Basis (Grundzahl) und 3 als Exponent (Hochzahl). Der Exponent gibt an, wie oft die Basis als Faktor zu setzen ist.

$$8^2 = 8 \cdot 8; \quad 10^5 = 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10; \quad 4^6 = 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4;$$

$$6^2 = 6 \cdot 6 = 36 \quad (6 \text{ hoch } 2 \text{ ist } 36); \quad 36 \text{ ist also der Wert der Potenz.}$$

Die Potenzschreibweise ist z. B. bei der Zerlegung von Zahlen in Primfaktoren üblich:

$$144 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3 = 2^4 \cdot 3^2; \quad 882 = 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 7 \cdot 7 = 2 \cdot 3^2 \cdot 7^2$$

$$100 = 2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 5 = 2^2 \cdot 5^2; \quad 1024 = 2^{10} = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2$$

$$4^2 = 16$$

Hat die Basiszahl den Exponenten 2, so nennen wir das quadrieren. (4 im Quadrat.) Das „Quadrat“ von 3 ist demnach $9 (3^2)$, das Quadrat von 7 ist $49 (7^2)$.

Die umgekehrte Rechenoperation nennt man Radizieren (Wurzelziehen). Mit Hilfe des Wurzelziehens soll ermittelt werden, wie groß die Faktoren des Wertes der Wurzel sind.

$$\sqrt[n]{36} = 6 \quad \text{w. - Exp.} \quad \sqrt[n]{\text{Radikand}} = \text{Wert der Wurzel}$$

$$\sqrt[2]{16} = \sqrt[2]{16} = 4$$

$$\sqrt[3]{8} = 2$$

Die Zahl unter dem Wurzelzeichen ($\sqrt[n]{\quad}$) ist der Radikand, d. h. die Zahl, aus der Wurzel gezogen werden soll. Der Wurzel-Exponent bestimmt, in wie viele (gleiche) Faktoren der Radikand zerlegt werden soll.

In unserem Beispiel wird die Zahl gesucht, die 2mal als Faktor gesetzt 36 ergibt. Der Wert der Wurzel ist in diesem Fall 6. ($6 \cdot 6 = 6^2 = 36$.)

6 ist also die 2. Wurzel (Quadratwurzel) aus 36. Wird die Quadratwurzel gesucht (Wurzel-Exponent 2), so wird der Exponent auf dem Wurzelzeichen weggelassen.

Die 3. Wurzel aus 8 ist 2, denn $2 \cdot 2 \cdot 2 = 8$ (Kubikwurzel).

Zum Bestimmen von Potenz- und Wurzelwerten werden im allgemeinen Tabellen benutzt (siehe Seite 436 f.).

Alle Potenzen lassen sich durch Multiplikation und Quadratwurzeln durch die folgenden Näherungsverfahren ermitteln:

$$\sqrt{60}$$

Gesucht wird die Zahl, die 2mal als Faktor gesetzt (mit sich selbst multipliziert) 60 ergibt. Die Wurzel aus 60 muß zwischen 7 und 8 liegen ($7^2 = 49$, $8^2 = 64$). Da sie dichter bei 8 liegt, nehmen wir als ersten Näherungswert $\sqrt{60} \approx 7,7$ an. Die Division des Radikanden durch den 1. Näherungswert $60 : 7,7 = 600 : 77 = 7,792$ zeigt, daß der Wert der Wurzel zwischen 7,7 und 7,792 liegen muß. Der Mittelwert $(7,7 + 7,792) : 2 = 15,492 : 2$ ergibt den 2. Näherungswert 7,746. Die Division des Radikanden durch den 2. Näherungswert $60 : 7,746 = 60000 : 7746 = 7,746$ ergibt eine ausreichend genaue Lösung.

$$\sqrt{300}$$

Der Wert dieser Wurzel liegt zwischen 17 und 18. ($17^2 = 289$; $18^2 = 324$).

Als 1. Näherungswert nehmen wir 17,5 an. $300 : 17,5 = 3000 : 175 = 17,142$. Der Mittelwert von $17,5 + 17,142$ ergibt 17,321.

$$\begin{array}{r} 17,500 \\ + 17,142 \\ \hline 34,642 \end{array} \quad 34,642 : 2 = 17,321.$$

$$\begin{array}{r} 17,321 \cdot 17,321 \\ \hline 17321 \\ 34642 \\ 51963 \\ 121247 \\ 17321 \\ \hline 300,017041 \end{array} \quad \begin{array}{r} 17,32 \cdot 17,32 \\ \hline 3464 \\ 5196 \\ 12124 \\ 1732 \\ \hline 299,9824 \end{array}$$

Die Probe $17,321 \cdot 17,321$ ergibt eine hinreichende Genauigkeit, aber auch die Probe $17,32 \cdot 17,32$

ANGEWANDTES RECHNEN

Zahlenverhältnisse

Vergleichen wir die Zahlen 12 und 36, so können wir sagen:

12 sind 24 weniger als 36 oder
36 sind 24 mehr als 12.

Den Unterschied zweier Zahlen haben wir in diesem Fall dadurch ermittelt, daß wir die kleinere Zahl von der größeren subtrahiert haben ($36 - 12$).

Wir können aber auch feststellen:

12 ist ein Drittel von 36 oder
36 ist das Dreifache von 12.

Jetzt haben wir ein Verhältnis zwischen diesen beiden hergestellt. Das Verhältnis zweier Zahlen wird dadurch ermittelt, daß man die größere Zahl durch die kleinere dividiert ($36 : 12$). Das

Verhältnis $36 : 12$ (gelesen 36 zu 12) kann auch als Bruch $\frac{36}{12}$ geschrieben werden. Der Bruch $\frac{36}{12}$

läßt sich durch 12 kürzen, wir haben dann $\frac{3}{1}$ und damit wieder die Aussage, daß 36 das Dreifache

von 12 ist. Wir können aber auch sagen: $36 : 12 = 3 : 1$, d. h. 36 verhält sich zu 12 wie 3 zu 1. Damit haben wir das Größenverhältnis beider Zahlen in den kleinstmöglichen ganzen Zahlen angegeben.

Wenn wir das Verhältnis $25 : 100$ als Bruch $\frac{25}{100}$ schreiben und diesen Bruch kürzen ($\frac{1}{4}$), so erhalten wir als gekürztes Verhältnis $1 : 4$. Daraus entsteht die Gleichung:

$$25 : 100 = 1 : 4 \text{ (25 verhält sich zu 100 wie 1 zu 4).}$$

Diese Verbindung von gleichen Verhältnissen in einer Gleichung nennen wir **Verhältnisleichung** (Proportion). Selbstverständlich lassen sich Verhältnisse auch erweitern:

$0,5 : 2,5 = 1 : 5$ (erweitert mit 2). (In beiden Fällen beträgt die zweite Zahl das Fünffache der ersten.)

$$30 : 45 = 2 : 3$$

Bei dieser Verhältnisleichung sind 30 und 3 die Außenglieder, 45 und 2 die Innenglieder.

Das Produkt der Außenglieder ($30 \cdot 3$) ist immer genauso groß wie das Produkt der Innenglieder ($45 \cdot 2$). Dieser Vergleich der Produkte kann der Kontrolle unserer Verhältnisleichung dienen.

$$30 \cdot 3 = 45 \cdot 2.$$

Diese Verbindung der gleichen Produkte, die aus einer Verhältnisleichung gewonnen wurde, nennen wir **Produktengleichung**.

$$60 : 140 = 3 : 7 \quad (\text{Verhältnisleichung})$$

$$60 \cdot 7 = 140 \cdot 3 \quad (\text{Produktengleichung})$$

Stimmt die Produktengleichung nicht, so ist die Proportion falsch! (z. B. Fehler beim Kürzen oder Erweitern).

Die Außenglieder einer Verhältnisgleichung können miteinander vertauscht werden, ebenso die Innenglieder:

$$25 : 40 = 5 : 8$$

$$\text{Außenglieder vertauscht:} \quad 8 : 40 = 5 : 25$$

$$\text{Innenglieder vertauscht:} \quad 25 : 5 = 40 : 8$$

Die Richtigkeit dieser Regel kann durch die Umwandlung in eine Produktengleichung leicht bewiesen werden.

Werden mehr als zwei Größen verglichen, so entsteht eine „fortlaufende Proportion“. Wir vergleichen die Zahlen 36, 48 und 84.

$$36 : 48 = 3 : 4 \quad 36 : 84 = 3 : 7 \quad 48 : 84 = 4 : 7$$

Daraus ergibt sich als verkürzende Schreibweise:

$$36 : 48 : 84 = 3 : 4 : 7$$

Dieses Rechnen mit Verhältnissen brauchen wir, wenn wir Mengen in bestimmten Verhältnissen aufteilen oder **Mischungsverhältnisse** berechnen müssen.

Beispiele:

Anton und Berta haben zusammen im Lotto 2 520 DM gewonnen. A hat 3 DM, B hat 2 DM des Einsatzes bezahlt. Der Gewinn muß – entsprechend dem Einsatz – im Verhältnis 3 : 2 aufgeteilt werden.

A erhält 3 Teile, B erhält 2 Teile des Gewinnes. Die 2 520 DM müssen also in 5 gleiche Teile aufgeteilt werden.

$$2\,520 \text{ DM} : 5 = 504 \text{ DM (Ein Teil sind also 504 DM.)}$$

$$\text{A bekommt 3 Teile: } 3 \cdot 504 \text{ DM} = 1\,512 \text{ DM}$$

$$\text{B bekommt 2 Teile: } 2 \cdot 504 \text{ DM} = 1\,008 \text{ DM}$$

$$3 : 2 = 1\,512 : 1\,008 \quad \text{Kontrolle: } 3 \cdot 1\,008 = 2 \cdot 1\,512$$

Wir könnten auch so überlegen: Jedesmal wenn A 3 DM bekommt, erhält B 2 DM. Das Geld wird also zu je 5 DM verteilt.

5 DM sind in 2 520 DM ($2\,520 : 5$) 504mal enthalten. Also bekommt A $504 \cdot 3$ DM und B $504 \cdot 2$ DM.

*

In einem Mehrfamilienhaus soll eine Wasserrechnung von 287,60 DM von drei Familien bezahlt werden. Als gerechte Lösung erscheint die Aufteilung nach Kopfhahl. (Familie A besteht aus 2 Personen, Familie B aus 5 und Familie C aus 3 Personen.)

Die Kosten wären also im Verhältnis 2 : 5 : 3 aufzuteilen.

Der Rechnungsbetrag wird zunächst in 10 gleiche Teile aufgeteilt:

$$287,60 \text{ DM} : 10 = 28,76 \text{ DM.}$$

Ein Teil beträgt also 28,76 DM.

Davon muß bezahlen:

Familie A	2 Teile:	$2 \cdot 28,76 \text{ DM} = 57,52 \text{ DM}$
Familie B	5 Teile:	$5 \cdot 28,76 \text{ DM} = 143,80 \text{ DM}$
Familie C:	3 Teile:	$3 \cdot 28,76 \text{ DM} = 86,28 \text{ DM}$
Kontrolle:		<u>287,60 DM</u>

In diesem Fall könnte man auch überlegen:
Familie B muß so viel bezahlen wie die Familien A und C zusammen. Familie B bezahlt also die Hälfte der Rechnung ($287,60 \text{ DM} : 2$), die andere Hälfte ($143,80 \text{ DM}$) wird unter A und C im Verhältnis 2 : 3 aufgeteilt (zunächst 5 Teile zu je 28,76 DM). Das Ergebnis ist selbstverständlich das gleiche wie oben.

Für eine gemeinsame Zentralheizung entstehen für 2 Familien Ölkosten in Höhe von 432 DM. Der Rechnungsbetrag soll nach der Wohnungsgröße bzw. nach der davon abhängigen Miete aufgeteilt werden. Familie A bezahlt 175 DM, Familie B 275 DM Miete. Hier ist es sinnvoll, das Verhältnis 175 : 275 zu kürzen.

$175 : 275 = 7 : 11$ Familie A müßte also 7, Familie B 11 Teile übernehmen.

Wir könnten auch sagen: Familie A bezahlt 7 von 18 Teilen $\left(\frac{7}{18}\right)$ und Familie B übernimmt 11 von 18 Teilen $\left(\frac{11}{18}\right)$.

Kosten für Familie A: $(432 \text{ DM} : 18) \cdot 7 = \frac{432}{18} \text{ DM} \cdot 7 = \frac{432 \cdot 7}{18} \text{ DM}$

Kosten für Familie B: $(432 \text{ DM} : 18) \cdot 11 = \frac{432}{18} \text{ DM} \cdot 11 = \frac{432 \cdot 11}{18}$

Bei der Ausrechnung wollen wir hier die Möglichkeiten der Bruchrechnung ausnutzen, um große Zahlen zu vermeiden:

$\frac{24}{\cancel{432} \cdot 7} \text{ DM} = 168 \text{ DM}; \quad \frac{24}{\cancel{432} \cdot 11} \text{ DM} = 264 \text{ DM}.$

Die Addition der Anteile ($168 \text{ DM} + 264 \text{ DM} = 432 \text{ DM}$) bestätigt die Richtigkeit unserer Rechnung.
Eine ganz genaue, aber sehr umständliche Kontrolle wäre die Produktengleichung aus der errechneten Verhältnisgleichung: $175 : 275 = 168 : 264 \quad 175 \cdot 264 = 275 \cdot 168$

Für einen Zweitaktmotor schreibt der Hersteller die Verwendung eines Öl-Benzin-Gemisches im Verhältnis 1 : 20 vor. Wieviel Öl muß einer Menge von 50 l Benzin beigemischt werden?

$20 : 1 = 100 : 5$ (erweitert mit 5)
 $100 : 5 = 50 : 2,5$ (gekürzt durch 2). Daraus ergibt sich
 $20 : 1 = 50 : 2,5$ Es müssen demnach 2,5 l Öl beigemischt werden, um das vorgeschriebene Mischungsverhältnis einzuhalten.

Ein Großhändler stellt eine Bonbonmischung aus 2 Sorten her. Er mischt die Sorte I (15 DM je kg) und die Sorte II (11 DM je kg) im Verhältnis 1 : 3. Was kosten 5 kg dieser Mischung?

1 Teil (1 kg) Sorte I kostet 15 DM ($1 \cdot 15$ DM)
3 Teile (3 kg) Sorte II kosten 33 DM ($3 \cdot 11$ DM)
 4 Teile (4 kg) Sorte I + II kosten 48 DM ($15 + 33$ DM)
 1 kg der Mischung kostet 12 DM ($48 \text{ DM} : 4$)
 Demnach kosten 5 kg dieser Mischung $5 \cdot 12 \text{ DM} = 60 \text{ DM}$.

*

Frostschutzmittel werden dem Kühlwasser beigemengt, um ein Einfrieren des Kühlwassers zu verhindern. Bei einem Mischungsverhältnis des Frostschutzmittels zum Wasser von 2 : 3 reicht der Frostschutz bis -18°C . Das Kühlsystem enthält 15 l Flüssigkeit.

2 Teile Frostschutzmittel
3 Teile Wasser ergeben
 5 Teile Kühlflüssigkeit (Frostschutz bis -18°C).
 5 Teile Kühlflüssigkeit entsprechen 15 l
 1 Teil Kühlflüssigkeit entspricht 3 l
 2 Teile entsprechen also 6 l, 3 Teile 9 l oder in der Verhältnisgleichung:
 $2 : 3 = 6 : 9$ (erweitert mit 3)

Demnach enthält das Kühlsystem 6 l Frostschutzmittel.

*

Reines Gold (Feingold) wird mit Kupfer legiert, da es sonst für den praktischen Gebrauch zu weich wäre. Der Feingoldgehalt wird in Tausendsteln des Gesamtgewichtes der Legierung angegeben. Der Stempel „585“ besagt also, daß 585 Tausendstel der Legierung aus Feingold bestehen. Ein goldener Pokal mit dem Stempel 585 wiegt 600 g. Wie groß ist der Feingoldgehalt (Anteile des reinen Goldes)?

$585 : 1000 = 117 : 200$ (gekürzt durch 5)
 d. h. von 200 Teilen sind 117 Teile Feingold
 200 Teile entsprechen 600 g
 1 Teil entspricht 3 g ($600 : 200 = 3$)
 117 Teile entsprechen 351 g
 Der Pokal enthält 351 g Feingold.

Der Goldgehalt steht zur Menge der Legierung im gleichen Verhältnis wie das tatsächliche Gewicht des Goldes zum tatsächlichen Gewicht: $585 : 1000 = 351 : 600$

$$1000 \cdot 351 = 585 \cdot 600$$

$$351000 = 351000$$

Hier erfolgte die Kontrolle durch die Produktengleichung.

Die Schlußrechnung

Bei vielen Anwendungen des Rechnens im täglichen Leben wird die Schlußrechnung gebraucht. Beim einfachen Schluß wird von drei gegebenen Größen auf eine vierte, von diesen drei abhängige Größe geschlossen.

1 kg Butter kostet 7,80 DM. Was kosten 4 kg Butter?

In dem ersten Satz finden wir die Bedingungen, die wir unserer Rechnung zugrunde legen müssen, der zweite Satz enthält eine Frage, die durch Folgerungen aus Bedingung und Frage zur Lösung der Aufgabe führen.

Bedingung:	1 kg Butter kostet 7,80 DM
Frage:	<u>4 kg Butter kosten ? DM</u>
Schluß:	Wenn 1 kg Butter 7,80 DM kostet, kosten 4 kg Butter viermal soviel
Rechnung:	$7,80 \text{ DM} \cdot 4 = 31,20 \text{ DM}$
Antwort:	4 kg Butter kosten 31,20 DM.

Hier wurde direkt von der Einheit auf die Mehrheit geschlossen.

*

3 kg Apfelsinen kosten 1,35 DM. Was kostet 1 kg Apfelsinen?

3 kg Apfelsinen kosten 1,35 DM
<u>1 kg Apfelsinen kostet ? DM</u>

Wenn 3 kg Apfelsinen 1,35 DM kosten, kostet 1 kg nur ein Drittel

$1,35 \text{ DM} : 3 = 0,45 \text{ DM}$
1 kg Apfelsinen kostet 0,45 DM.

Hier wurde direkt von einer Mehrheit auf die Einheit geschlossen.

*

1 Dutzend Bleistifte kostet 3 DM. Was kosten 5 Bleistifte?

12 Stück kosten 3,00 DM
<u>5 Stück kosten ? DM</u>

Wenn 12 Bleistifte 3 DM kosten, kostet 1 Bleistift ein Zwölftel dieses Preises, und 5 Bleistifte kosten das Fünffache des Einzelpreises.

$3 \text{ DM} : 12$ (Preis für 1 Bleistift)

$$\frac{3}{12} \text{ DM} \cdot 5 \text{ (Preis für 5 Bleistifte)} = \frac{\overset{1}{\cancel{3}} \cdot 5}{\underset{4}{\cancel{12}}} \text{ DM} = \frac{5}{4} \text{ DM} = 1 \frac{1}{4} \text{ DM} = 1,25 \text{ DM.}$$

5 Bleistifte kosten 1,25 DM.

Hier wurde von einer Mehrheit zunächst auf die Einheit und von der auf eine andere Mehrheit geschlossen.

Bei der Rechnung wird häufig die Bruchrechnung angewandt. Durch das Kürzen in unserem Fall wird Arbeit gespart. Die Einheit wird oft bei diesem Verfahren gar nicht sichtbar. (Siehe ja auch nicht gefragt.)

Diese Rechnung mit drei (voneinander abhängigen) Größen wird auch als Dreisatz bezeichnet (auch Regeldetri, d. h. Regel der Drei).

In den bisher dargestellten Aufgaben war jedesmal ein direkter Schluß möglich, d. h. je größer die Warenmenge, desto höher der Preis. Wächst die unabhängige Größe (z. B. die Warenmenge), so wächst auch die abhängige Größe (in diesem Fall der Preis).

Fällt die abhängige Größe, wenn die unabhängige Größe wächst, so müssen wir „indirekt“ schließen.

*

15 Arbeiter brauchen zur Ausbesserung eines Straßenabschnittes 12 Arbeitstage. In welcher Zeit könnte diese Arbeit von 20 Arbeitern bewältigt werden?

Bedingung: 15 Arbeiter brauchen 12 Tage

Frage: 20 Arbeiter brauchen ? Tage

Schluß: Wenn 15 Arbeiter 12 Tage brauchen, benötigt ein Arbeiter allein die fünfzehnfache Zeit. 20 Arbeiter könnten die Arbeit in einem Zwanzigstel dieser Zeit schaffen. (Schlußweg: von der Mehrheit zur Einheit und von der Einheit zu einer anderen Mehrheit)

Rechnung: $12 \text{ Tage} \cdot 15 = 180 \text{ Tage (Einheit)}$

$180 \text{ Tage} : 20 = 9 \text{ Tage (andere Mehrheit)}$

$$\begin{array}{r} 3 \quad 3 \\ 12 \cdot 15 \\ \hline 20 \\ 4 \\ 1 \end{array} \text{ Tage} = 9 \text{ Tage}$$

Antwort: 20 Arbeiter bewältigen die Arbeit in 9 Tagen.

*

Ein Futtervorrat reicht für 21 Tiere 80 Tage. Wieviel Tiere könnten gefüttert werden, wenn der Vorrat nur für 60 Tage bestimmt ist?

Das Zeichen $\hat{=}$ (gelesen: entspricht) drückt eine Abhängigkeit aus. So entspricht z. B. eine Warenmenge einem bestimmten Preis (und umgekehrt) oder eine Arbeitsleistung einer bestimmten Zeit.

$80 \text{ Tage} \hat{=} 21 \text{ Tiere}$

$60 \text{ Tage} \hat{=} ? \text{ Tiere}$

Würde der Vorrat an einem Tag verfüttert, so müßte die Zahl der Tiere 80mal so groß sein. Since er 60 Tage reichen, könnte er nur ein Sechzigstel der errechneten Zahl sein.

$21 \text{ Tiere} \cdot 80 \text{ (Einheit)} = 1680 \text{ Tiere}$

$1680 \text{ Tiere} : 60 \text{ (Mehrheit)} = 28 \text{ Tiere}$

$$\begin{array}{r} 7 \quad 4 \\ 21 \cdot 80 \\ \hline 60 \\ 3 \\ 1 \end{array} \text{ T.} = 28 \text{ Tiere}$$

Es können 28 Tiere 60 Tage lang gefüttert werden.

Wir könnten auch sagen: Beim direkten Schluß handelt es sich um Größenpaare mit den gleichen Quotienten, beim indirekten Schluß um Größenpaare mit dem gleichen Produkt.
Sind zur Lösung einer Aufgabe mehrere Größen zu berechnen, so handelt es sich um einen doppelten Dreisatz (zusammengesetzter Schluß). Dabei können direkte und indirekte Verhältnisse in einer Aufgabe gekoppelt sein:

In einer Fabrik füllen 15 Arbeiterinnen in 8stündiger Arbeitszeit täglich 9600 Ampullen ab. Da 3 Arbeiterinnen erkrankt sind, machen die anderen täglich eine Überstunde. Wieviele Ampullen werden jetzt täglich abgefüllt werden?

Hier sind zwei direkte Proportionen gekoppelt. Die Aufgabe kann durch Folgerungen schrittweise gelöst werden.

Bedingung: 15 Arbeiterinnen füllen in 8 Std. zusammen 9600 Ampullen
Frage: 12 Arbeiterinnen füllen in 9 Std. zusammen ? Ampullen

1. Schluß: 1 Arbeiterin füllt in 8 Std. den 15. Teil von 9600 Ampullen ab (Einheit : 640 Amp.)

2. Schluß: 12 Arbeiterinnen füllen in 8 Std. 12mal soviel Ampullen ab (Mehrheit : 7680 Amp.)

3. Schluß: 12 Arbeiterinnen füllen in 1 Std. den 8. Teil von 7680 Ampullen ab (Einheit : 960 Ampullen)

4. Schluß: 12 Arbeiterinnen füllen in 9 Std. 9mal soviel Ampullen ab (Mehrheit : 8640 Ampullen)

Rechnung: $9600 \text{ Ampullen} : 15 = 640 \text{ Ampullen}$

$$640 \text{ Amp.} \cdot 12 = 7680 \text{ Amp.}$$

$$7680 \text{ Amp.} : 8 = 960 \text{ Amp.}$$

$$960 \text{ Amp.} \cdot 9 = 8640 \text{ Amp.}$$

Durch eine Gesamtfolgerung lassen sich diese 4 Teilrechnungen in einer Rechnung zusammenfassen, die folgendermaßen entsteht:

$$9600 \text{ Amp.} : 15; \quad \frac{9600}{15} \text{ Amp.} \cdot 12; \quad \frac{9600 \cdot 12}{15} \text{ Amp.} : 8;$$

$$\frac{9600 \cdot 12}{15 \cdot 8} \text{ Amp.} \cdot 9 = \frac{9600 \cdot 12 \cdot 9}{15 \cdot 8} \text{ Amp.}$$

Wenn wir vor dem Ausrechnen kürzen, werden die obenstehenden Teilergebnisse nicht mehr sichtbar, dafür aber in einer schnelleren Rechnung gleich das Gesamtergebnis:

$$\begin{array}{r} 80 \\ 1200 \\ \hline 9600 \cdot 12 \cdot 9 \\ 15 \cdot 8 \\ \hline 1 \end{array} \text{ Amp.} = 720 \cdot 12 \text{ Amp.} = 8640 \text{ Amp.}$$

Antwort: 12 Arbeiterinnen füllen in 9 stündiger Arbeitszeit zusammen 8640 Ampullen ab.

Selbstverständlich könnten die notwendigen Schlüsse auch in anderer Reihenfolge gezogen werden:

1. Schluß: 15 Arbeiterinnen füllen in 1 Std. den 8. Teil von 9600 Amp. ab (1200 Amp.)

2. Schluß: 15 Arbeiterinnen füllen in 9 Std. neunmal so viele Amp. ab (10800 Amp.).

3. Schluß: 1 Arbeiterin füllt in 9 Std. den 15. Teil von 10800 Amp. ab (720 Amp.).

4. Schluß: 12 Arbeiterinnen füllen in 9 Std. 12mal so viele Amp. ab (8640 Amp.).

Die zusammengesetzte Rechnung wäre aber die gleiche: $\frac{9600 \cdot 9 \cdot 12}{8 \cdot 15} \text{ Amp.}$

In der folgenden Aufgabe ist ein direktes und ein indirektes Verhältnis gekoppelt:

Von einer Großbaustelle werden 5760 m^3 Erde von 48 LKW abgefahren. Jedes Fahrzeug muß 20mal fahren. Auf der nächsten Baustelle sind 2250 m^3 Erde abzufahren. Es stehen 15 LKW zur Verfügung.

$$\begin{array}{l} 48 \text{ LKW fahren } 5760 \text{ m}^3 \text{ in } 20 \text{ Fahrten ab} \\ 15 \text{ LKW fahren } 2250 \text{ m}^3 \text{ in } ? \text{ Fahrten ab} \end{array}$$

1 LKW fährt 5760 m^3 in $48 \cdot 20$ Fahrten ab (Einheit/indirekt)

15 LKW fahren 5760 m^3 in $\frac{48 \cdot 20}{15}$ Fahrten ab (Mehrheit indirekt)

15 LKW fahren 1 m^3 in $\frac{48 \cdot 20}{15 \cdot 5760}$ Fahrten ab (Einheit direkt)

15 LKW fahren 2250 m^3 in $\frac{48 \cdot 20 \cdot 2250}{15 \cdot 5760}$ Fahrten ab (Mehrheit direkt)

$$\begin{array}{r} 25 \\ 1 \quad 1 \quad 190 \\ \hline 48 \cdot 20 \cdot 2250 \\ 15 \cdot 5760 \\ \hline 1 \quad 120 \\ \quad 6 \\ \quad 1 \end{array} \text{ Fahrten} = 25 \text{ Fahrten}$$

Jedes Fahrzeug muß 25mal fahren.

An dieser Aufgabe wird deutlich, daß die Zwischenergebnisse mitunter sinnlos sind (wie sollte 15 LKW 1 m^3 Erde abfahren?). In der Kette der Schlußfolgerungen sind diese Schritte aber erforderlich.

Kommen in einer Aufgabe Brüche oder gemischte Zahlen vor, so müssen sie vor der Rechnung in unechte Brüche oder in Dezimalzahlen umgewandelt werden:

Eine Kolonne von 8 Mann verlegte 1,4 km Rohrleitung in $5\frac{1}{2}$ Tagen. Nach dieser Zeit werden noch 2 Mann eingestellt. Insgesamt sollen 5,6 km Leitung verlegt werden. Wann wird die Arbeit beendet, wenn am 2. März begonnen wurde?

Als die zusätzlichen Kräfte eingestellt wurden, waren noch 4,2 km ($5,6 \text{ km} - 1,4 \text{ km}$) Leitung zu verlegen.

$$\begin{array}{l} 8 \text{ Mann verlegen } 1,4 \text{ km Leitung in } 5\frac{1}{2} \text{ Tagen} \\ 10 \text{ Mann verlegen } 4,2 \text{ km Leitung in } ? \text{ Tagen} \end{array}$$

1 Mann verlegt 1,4 km in $5\frac{1}{2} \left(\frac{11}{2} \right) \cdot 8$ Tagen, also in $\frac{11 \cdot 8}{2}$ Tagen

10 Mann verlegen 1,4 km in $\frac{11 \cdot 8}{2 \cdot 10}$ Tagen

10 Mann verlegen 1 km in $\frac{11 \cdot 8}{2 \cdot 10} : \frac{14}{10}$ Tagen = $\frac{11 \cdot 8 \cdot 10}{2 \cdot 10 \cdot 14}$ Tagen $\left(1,4 = \frac{14}{10} \right)$

$$10 \text{ Mann verlegen } 4,2 \text{ km in } \frac{11 \cdot 8 \cdot 10}{2 \cdot 10 \cdot 14} \cdot \frac{42}{10} \text{ Tagen} = \frac{11 \cdot 8 \cdot 10 \cdot 42}{2 \cdot 10 \cdot 14 \cdot 10} \text{ Tagen}$$

$$\begin{array}{r} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \frac{11 \cdot 8 \cdot 10 \cdot 42}{2 \cdot 10 \cdot 14 \cdot 10} \text{ Tage} = \frac{66}{5} = 13 \frac{1}{5} \text{ Tage}$$

Rechnen wir mit Dezimalzahlen, sieht die Rechnung so aus:

$$\begin{array}{r} 1,1 \quad 4 \quad 0,3 \\ 5,5 \cdot 8 \cdot 4,2 \\ 10 \cdot 1,4 \\ 5 \quad 0,2 \end{array} = \begin{array}{r} 1,1 \quad 4 \quad 3 \\ 5,5 \cdot 8 \cdot 4,2 \\ 10 \cdot 1,4 \\ 5 \quad 0,2 \end{array} = 13,2 \text{ Tage}$$

Insgesamt werden $5,5 + 13,2$ Tage $18,7$ Tage benötigt. Die Arbeit wird also am 19. Tag beendet.

Antwort: Die Arbeit wird am 20. März beendet.

Die Prozentrechnung

Wenn Zahlenangaben verglichen werden sollen, ist es nötig, für alle Vergleichsgrößen eine gemeinsame Bezugszahl zu finden. Bei der Prozentrechnung werden die zu vergleichenden Größen in ein Verhältnis zur Zahl 100 umgerechnet.

Bei einer Wahl erhält eine Partei in einer Stadt 26 180 Stimmen von 74 800 abgegebenen Stimmen; in der Nachbarstadt erringt sie 13 024 von 35 200 abgegebenen Stimmen.

Die Frage, in welchem Fall diese Partei besser abgeschnitten hat, läßt sich nicht auf den ersten Blick beantworten. Beim Vergleich durch Brüche wird das Bild auch nicht wesentlich deutlicher.

$$26180 \text{ St. von } 74800 \text{ St. entspricht } \frac{26180}{74800} \text{ St.}$$

$$13024 \text{ St. von } 35200 \text{ St. entspricht } \frac{13024}{35200} \text{ St.}$$

Der Überschlagn ergibt, daß in beiden Fällen etwa $\frac{1}{3}$ der abgegebenen Stimmen auf diese Partei entfällt.

Würden wir die Brüche auf einen gemeinsamen Nenner erweitern, wäre ein Vergleich natürlich möglich.

$$\frac{26180}{74800} \text{ (erweitert mit 8)} = \frac{209440}{598400}$$

$$\frac{13024}{35200} \text{ (erweitert mit 17)} = \frac{221408}{598400}$$

(Jetzt könnte man sagen: Wären in beiden Orten je 598 400 Stimmen abgegeben worden, so hätte die Partei im 2. Fall 11 968 Stimmen mehr erhalten als im ersten).

Dieses Verfahren ist seiner Umständlichkeit wegen im täglichen Leben nicht durchführbar.

Nach dieser Erfahrung liegt es nahe, eine Vereinfachung der Zahlen durch Kürzen anzustreben:

$$\frac{26180}{74800} \text{ (gekürzt mit 3740)} = \frac{7}{20};$$

$$\frac{13024}{35200} \text{ (gekürzt mit 352)} = \frac{37}{100}$$

Der Vergleich von $\frac{7}{20}$ und $\frac{37}{100}$ wird sinnvoller, wenn wir den ersten Bruch noch mit 5 erweitern

Jetzt könnten wir sagen:

Im ersten Ort hatte die Partei 35 von 100 Stimmen, im anderen Ort 37 von 100 Stimmen erhalten. Sie hat also im 2. Fall bezogen auf die Zahl 100 genau 2 Stimmen mehr errungen.

Diese Umrechnung auf die Bezugszahl 100 läßt sich durch einen einfachen Dreisatz viel leichter durchführen:

1. Von 74800 Stimmen erhielt die Partei 26180

$$\text{von 100 Stimmen also } \frac{26180 \cdot 100}{74800} = 35$$

2. Von 35200 Stimmen erhielt die Partei 13024

$$\text{von 100 Stimmen also } \frac{13024 \cdot 100}{35200} = 37$$

Im letzten Beispiel waren es also 2 von Hundert (bzw. 2 Hundertstel) mehr. Für die Bruchschreibweise $\frac{2}{100}$ sagen wir auch 2 Prozent und benutzen das Prozentzeichen „%“.

Die Prozentrechnung ist also nichts als eine „Hundertstel“-Rechnung! Prozentsätze lassen sich leicht in Brüche umkehren:

$$1\% = \frac{1}{100}$$

$$30\% = \frac{30}{100} = \frac{3}{10}$$

$$2\% = \frac{2}{100} = \frac{1}{50}$$

$$50\% = \frac{50}{100} = \frac{1}{2}$$

$$4\% = \frac{4}{100} = \frac{1}{25}$$

$$60\% = \frac{60}{100} = \frac{3}{5}$$

$$5\% = \frac{5}{100} = \frac{1}{20}$$

$$75\% = \frac{75}{100} = \frac{3}{4}$$

$$10\% = \frac{10}{100} = \frac{1}{10}$$

$$80\% = \frac{80}{100} = \frac{4}{5}$$

$$20\% = \frac{20}{100} = \frac{1}{5}$$

$$90\% = \frac{90}{100} = \frac{9}{10}$$

$$25\% = \frac{25}{100} = \frac{1}{4}$$

$$100\% = \frac{100}{100} = 1$$

Diese Aufstellung läßt sich natürlich auch umgekehrt lesen, d. h. durch Erweitern auf den Nenner

100 lassen sich viele Brüche in Prozentsätze umrechnen: $\frac{1}{4} = \frac{25}{100} = 25\%$.

*

In einem Betrieb sind von 800 Mitarbeitern 128 Frauen, in einem anderen sind von 1325 Mitarbeitern 212 Frauen.

Das Ganze, das zum Vergleich herangezogen wird, nennen wir „Grundwert“. Er ist stets eine benannte Größe und beträgt 100% (in unserem Beispiel die Zahl der Mitarbeiter).

Einen Teil des Ganzen nennen wir Prozentwert. Er hat die gleiche Benennung wie der Grundwert (in unserem Beispiel die Zahl der weiblichen Mitarbeiter).

Der Teil in bezug auf 100 (in Hundertsteln des Ganzen) ist der Prozentsatz. (1 Hundertstel des Grundwertes entspricht ($\cong$) 1 %.)

Prozentwert und Prozentsatz entsprechen einander.

Jede dieser drei Größen kann berechnet werden, wenn die beiden anderen bekannt sind.

In unserem Beispiel ist der Prozentsatz (der weiblichen Mitarbeiter) zu berechnen.

1. Betrieb: Von 800 Mitarbeitern sind 128 Frauen
 Von 100 Mitarbeitern sind es $128 : 8 = 16$
 $16\% \left(\frac{16}{100} \right)$ der Mitarbeiter sind Frauen.

2. Betrieb: Von 1325 Mitarbeitern sind 212 Frauen
 Von 100 Mitarbeitern sind es $\frac{212 \cdot 100}{1325} = 16$.
 16% der Mitarbeiter sind Frauen.

Dieser Vergleich zeigt, daß der Prozentsatz der weiblichen Mitarbeiter in diesen beiden Betrieben gleich ist.

*

Von den 6875 Einwohnern einer Vorortgemeinde besitzen 32 % einen eigenen Garten.

Hier wird der Prozentwert (die Zahl der Gartenbesitzer) gesucht. Gegeben sind Grundwert (Einwohnerzahl) und Prozentsatz.

$$\begin{array}{rcl} 100\% & \cong & 6875 \text{ Einwohner} \\ 32\% & \cong & ? \text{ Einwohner} \\ \hline 275 & 8 & \\ \cancel{6875} \cdot \cancel{32} & & \\ 100 & & \\ 25 & & \end{array} \text{ Einwohner} = 2200 \text{ Einwohner}$$

In diesen Fällen ist eine verkürzte Rechnungsweise oft möglich:

$$\begin{array}{l} 100\% \cong 6875 \text{ Einwohner} \\ 1\% \cong 68,75 \text{ Einwohner} \\ 32\% \cong 68,75 \cdot 32 = 2200 \text{ Einwohner} \end{array}$$

2200 Einwohner besitzen demnach einen eigenen Garten.

*

Messing ist eine Legierung von Kupfer und Zink. Ein Werkstück enthält 203 g Kupfer, das sind 58 % des Gesamtgewichtes.

Hier wird der Grundwert gesucht. Gegeben sind Prozentsatz (Anteil des Kupfers) und Prozentwert (Gewicht des Kupfers).

$$\begin{array}{l} 58\% \cong 203 \text{ g} \\ 1\% \cong \frac{203}{58} \text{ g} \\ 100\% \cong \frac{203 \cdot 100}{58} \text{ g} = 350 \text{ g} \end{array}$$

Das Werkstück wiegt demnach 350 g.

Die Prozentrechnung ist die häufigste Anwendung des Dreisatzes. Sie wird heute auf allen Gebieten des täglichen Lebens angetroffen, da sich Angaben in Prozentsätzen besonders leicht vergleichen und gut in Tabellen und Schaubildern darstellen lassen.

Besonders häufig treffen wir diese Art zu rechnen auf dem Gebiet des Geldwesens an. Gewinne und Verluste der Wirtschaft, Lohnsteigerungen, Rabatte und Steuersätze werden häufig in Prozentsätzen angegeben.

Ein Stundenlohn von 4,18 DM wird um 6% erhöht:

$$\begin{aligned} 100\% &\hat{=} 4,18 \text{ DM} \\ 1\% &\hat{=} 0,0418 \text{ DM} \\ 6\% &\hat{=} 0,0418 \text{ DM} \cdot 6 = 0,2508 \text{ DM.} \end{aligned}$$

Der Stundenlohn wird demnach auf 4,43 DM erhöht.

*

Bei einem Konkurs erhielten die Gläubiger nur 55% ihrer Forderung. Die Firma A machte eine Forderung über 24 752,20 DM geltend.

$$\begin{aligned} 1\% \text{ von } 24\,752,20 \text{ DM} &\hat{=} 247,522 \text{ DM} \\ 55\% &\hat{=} 247,522 \text{ DM} \cdot 55 = 13\,613,71 \text{ DM} \end{aligned}$$

Die Firma erhält 13 613,71 DM.

*

Der Preis für einen Damenmantel wird um 21 DM auf 219 DM heraufgesetzt. (Der Mantel kostete demnach vorher 198,— DM.)

$$\begin{aligned} 198 \text{ DM} &\hat{=} 100\% \\ 21 \text{ DM} &\hat{=} \frac{100 \cdot 21}{198} \% = 10,6\% \end{aligned}$$

Der Mantel wurde um etwa 10,6% teurer.

*

Ein Obsthändler nimmt für eine Sendung Bananen 735 DM. Dieser Preis bedeutet für ihn einen Verlust von 16%. (Er erhielt also nur 84% des Selbstkostenpreises.)

$$\begin{aligned} 84\% &\hat{=} 735 \text{ DM} \\ 100\% &\hat{=} \frac{735 \cdot 100}{84} \text{ DM} = 875 \text{ DM} \end{aligned}$$

Der Selbstkostenpreis betrug 875 DM.

$$\begin{aligned} 84\% &\hat{=} 735 \text{ DM} \\ 16\% &\hat{=} \frac{735 \cdot 16}{84} \text{ DM} = 140 \text{ DM} \end{aligned}$$

Sein Verlust betrug 140 DM (875 DM – 735 DM = 140 DM)

Einkauf und Verkauf

Im Wirtschaftsleben und beim Geldverkehr ist die Prozentrechnung besonders häufig anzutreffen. Gewinne, Verluste, Rabatte, Zinsen usw. werden in Prozentsätzen berechnet.

Eine Sammlung im Wert von 15 200 DM soll mit einem Gewinn von 12% verkauft werden.

$$\begin{aligned} 100\% &\hat{=} 15\,200 \text{ DM} \\ 1\% &\hat{=} 152 \text{ DM} \\ 12\% &\hat{=} 152 \text{ DM} \cdot 12 = 1\,824 \text{ DM (Gewinn)} \end{aligned}$$

Der Verkaufspreis beträgt $15\,200 \text{ DM} \cdot 1824 \text{ DM} = 17\,024 \text{ DM}$. Dieser Preis könnte auch direkt als der Wert von 112% des Grundwertes berechnet werden ($15\,200 \text{ DM} \cdot 112 = 17\,024 \text{ DM}$).

Ist der Verkaufspreis höher als der Einkaufspreis, so entsteht ein Gewinn (er ist nicht dem Verdienst gleichzusetzen!), liegt der Verkaufspreis unter dem Einkaufspreis, so handelt es sich um einen Verlust. Dabei können Rechnungen auftreten, bei denen mit Werten von über 100% gerechnet werden muß:

Ein zweibändiges Lexikon wird für 85,25 DM angeboten. Dieser Preis enthält die Mehrwertsteuer in Höhe von 11%.

$$111\% \hat{=} 85,25 \text{ DM} (100\% + 11\%)$$

$$100\% \hat{=} \frac{85,25 \cdot 100}{111} \text{ DM } 76,80 \text{ DM}$$

Der Grundwert beträgt hier also 76,80 DM.

*

Ein Makler erzielt einen Gewinn von 7350 DM, das entspricht einem Prozentsatz von 28%.

$$28\% \hat{=} 7350 \text{ DM}$$

$$100\% \hat{=} \frac{7350 \cdot 100}{28} \text{ DM} = 26\,250 \text{ DM.}$$

Es handelte sich also um ein Objekt im Wert von 26250 DM, das für 33600 DM verkauft wurde.

■

Ein Fischhändler übernimmt einen Posten Krabben für 2800 DM. Er rechnet mit einem Gewinn von 35%. Durch einen unsachgemäßen Transport bei großer Hitze verderben 40% der Ware. Wie groß ist sein Verlust?

Bei dieser Aufgabenstellung müssen wir darauf achten, daß sich Prozentsätze verschiedener Grundwerte nicht miteinander vergleichen lassen. Außerdem bezieht sich der Wert des Verlustes immer auf den Einkaufspreis.

Der Händler wollte seine Krabben demnach für insgesamt 3780 DM verkaufen. Er erhielt aber nur 60% des erwarteten Erlöses, da er 40% seiner Ware vernichten mußte.

$$60\% \text{ von } 3780 \text{ DM sind } 378 \cdot 6 = 2268 \text{ DM} (378 \text{ DM} \hat{=} 10\% !)$$

Stellen wir diese Einnahme von 2268 DM dem Einkaufspreis von 2800 DM gegenüber, so ergibt sich ein Verlust von $2800 \text{ DM} - 2268 \text{ DM} = 532 \text{ DM}$. Die Berechnung des Prozentstzes ergibt:

$$\text{Von } 2800 \text{ DM verliert er } 532 \text{ DM.}$$

$$\text{Von } 100 \text{ DM verliert er } 532 : 28 = 19 \text{ DM.}$$

Das entspricht einem Verlust von 19%.

Rabatt und Ratenzahlung

Rabatt ist eine Form des Preisnachlasses. Rabatt wird bei sofortiger Barzahlung, beim Bezug größerer Mengen oder an Dauerkunden gewährt. Seine Höhe wird in Prozenten des Barpreises berechnet. Skonto ist ebenfalls ein prozentualer Preisabschlag bei Barzahlung, bei größeren Summen wird er auch bei kurzfristiger Bezahlung gewährt.

Bei einer Bezahlung in Raten wird häufig ein Ratenzuschlag erhoben, der sich ebenfalls als Prozentsatz berechnen läßt und desto höher liegt, je länger der Zeitraum der Ratenzahlung wird.

Eine Waschmaschine kostet 698,— DM. Der Händler gewährt bei Barzahlung 5% Skonto, schlägt aber auch 11 Monatsraten zu je 66,— DM bei einer Anzahlung von 70,— DM vor.

Skonto: 5% von 698,— DM sind $6,98 \cdot 5 = 34,90$ DM
Bei Barzahlung muß der Kunde nur 663,10 DM bezahlen.

Ratenzahlung: $70,— \text{ DM} + 11 \cdot 66,— \text{ DM} = 796,— \text{ DM}$
Bei Ratenzahlung kostet ihn die gleiche Waschmaschine 132,90 DM mehr.

Gewichtsrechnung

Bei vielen Sendungen wird zwischen Bruttogewicht und Nettogewicht unterschieden. Das Nettogewicht ist das wirkliche Gewicht der Ware, das Bruttogewicht ist das Gesamtgewicht, enthält also auch das Gewicht der Verpackung. Das Gewicht der Verpackung wird als Tara bezeichnet.

$$\text{Gesamtgewicht (Bruttogewicht)} = \text{Warengewicht (Nettogewicht)} + \text{Verpackung (Tara)}$$

Der Prozentsatz der Verpackung wird vom Gesamtgewicht berechnet.

Ein Glas Marmelade wiegt 680 g. Das leere Glas mit Deckel wiegt 240 g.

$$680 \text{ g (Brutto)} \cong 100\%$$

$$240 \text{ g (Tara)} \cong \frac{100 \cdot 240}{680} \% \cong 35,3\%$$

Auf die Tara entfallen 35,3%. (Das Nettogewicht entspräche in diesem Fall 64,7% des Gesamtgewichtes).

Zinsrechnung

Ein wichtiges Kapitel innerhalb der Prozentrechnung ist die Zinsrechnung. Wer Geld leiht, muß dafür Zinsen zahlen, wer Geld verleiht, bekommt dafür Zinsen.

Die Höhe der Zinsen (Prozentwert) hängt von der Höhe des Kapitals (Grundwert), dem Zinssatz (Prozentsatz) und der Zeit ab.

Ein Zinssatz von $4\frac{1}{2}\%$ besagt, daß es für (je) 100 DM Kapital in einem Jahr 4,50 DM Zinsen gibt.

Falls die Zeit nicht besonders genannt wird, handelt es sich immer um Jahreszinsen. (Das Jahr wird dabei mit 360 Tagen und jeder Monat mit 30 Tagen gerechnet.)

Auf einem Sparbuch sind 3276,— DM. Die Kasse gewährt einen Zinssatz von $3\frac{1}{4}\%$.

Für 100 DM bekommt der Sparer 3,25 DM

$$\text{Für 3276 DM bekommt er } \frac{3,25 \cdot 3276}{100} \text{ DM} = 106,47 \text{ DM.}$$

Nach einem Jahr bekommt der Sparer in diesem Fall 106,47 DM Zinsen. Falls er sie nicht abhebt, werden sie seinem Kapital zugeschlagen, und die Zinsen für das kommende Jahr werden um die Zinsen für die Zinsen (Zinseszins) höher.

Zinsezinsen werden heute durch Rechenautomaten ermittelt oder aus Zinstabellen abgelesen.

Für ein geliehenes Kapital von 12000 DM werden $8\frac{3}{4}\%$ Zinsen berechnet. Nach 8 Monaten wird die Schuld getilgt, d. h. die ganze Schuldsomme zurückbezahlt.
Hier müssen also nicht die Zinsen für ein ganzes Jahr bezahlt werden:

Für 100,— DM werden in 12 Monaten 8,75 DM berechnet,
für 12000 DM sind es in 8 Monaten ? DM.

Es handelt sich also um einen doppelten Dreisatz, dessen Lösung uns keine Schwierigkeiten bereitet:

(Kapital)	(Zinsen)	
100,— DM	$\hat{=}$ 8,75 DM	in 12 Monaten
12000,— DM	$\hat{=}$ 8,75 DM · 120	in 12 Monaten
12000,— DM	$\hat{=}$ $\frac{8,75 \cdot 120}{12}$ DM	in 1 Monat
12000,— DM	$\hat{=}$ $\frac{8,75 \cdot 120 \cdot 8}{12}$ DM	in 8 Monaten
	$\frac{8,75 \cdot 120 \cdot 8}{12}$ DM	$\hat{=}$ 700,— DM

Nach 8 Monaten mußten demnach 12700,— DM (Kapital + Zinsen) zurückgezahlt werden.

Tageszinsen werden genauso – durch Rückschluß auf einen Tag $\left(\frac{1}{360}\right)$ – berechnet:

Herr A. leiht sich am 5. März 1971 zur Finanzierung eines Autokaufs 6000,— DM bei einem Satz von $9\frac{1}{2}\%$ für Sollzinsen. Durch eine unvorhergesehene Erbschaft kann er diese 6000,— DM bereits am 26. Juni des gleichen Jahres zurückzahlen.
Er bezahlt also für 3 Monate und 21 Tage Zinsen.

100,— DM in 360 Tagen $\hat{=}$ 9,50 DM

6000,— DM in 111 Tagen $\hat{=}$ $\frac{9,5 \cdot 6000 \cdot 111}{100 \cdot 360}$ DM = 175,75 DM

Herr A. muß für den genannten Zeitraum 175,75 DM Zinsen bezahlen.

Sollzinsen sind Zinsen für geliehenes Geld (Schulden).

Habenzinsen sind Zinsen für gespartes Geld (Guthaben).

Der Satz für Sollzinsen liegt im allgemeinen über dem Zinssatz für Guthaben. Von der Differenz beider Zinssätze leben Geldverleiher und unterhalten unsere Banken und Sparkassen die für den Geldverkehr notwendigen Einrichtungen.

Herr B. erhielt eine Nachricht seines Geldinstitutes, daß ihm für das abgelaufene Jahr 762,27 DM Zinsen gutgeschrieben wurden. Er weiß, daß er bei langfristiger Anlage (jährlicher Kündigung) $5\frac{1}{4}\%$ Habenzinsen erhält.

(Zinsen) (Kapital)

5,25 DM $\hat{=}$ 100 DM

$$762,27 \text{ DM} \cong \frac{100 \cdot 762,27}{5,25} \text{ DM} = 14519,43 \text{ DM}$$

Wir haben auf diese Weise errechnet, daß Herr B. ein Guthaben von fast 14520,— DM hatte. (Inzwischen ist es ja um den Betrag der Zinsen angewachsen.) Er hat jetzt 15281,70 DM auf seinem Konto.

Herr C. leiht sich bei einem Kollegen 300,— DM. Nach 2 Monaten gibt er das Geld zurück und legt (freiwillig) für jeden Monat 10 DM (als Zinsen) dazu.

Wenn 300,— DM in 2 Monaten 20 DM Zinsen bringen,
gibt es für 100,— DM in 12 Monaten ? DM Zinsen.

$$\frac{20 \cdot 100 \cdot 12}{300 \cdot 2} \text{ DM} = 40 \text{ DM}$$

Das entspricht einem Zinssatz von 40‰. (Hatten Sie das geschätzt?)

Herr D. will ein Guthaben von 3200,— DM so lange auf der Bank lassen, bis er 1000,— DM Zinsen bekommen hat. Wie lange muß er warten, wenn er 5‰ Zinsen bekommt?

In einem Jahr bekommt er 5,— DM $\cdot 32 = 160$,— DM Zinsen.

160,— DM sind in 1000,— DM $\left(1000 : 160 = 6 \frac{1}{4}\right)$ $6 \frac{1}{4}$ -mal enthalten. Er muß also 6 Jahre und 3 Monate warten. (In Wirklichkeit geht es aber schneller, da er ja auch Zinsen für die Zinsen erhält.) Der Zinseszins ist bei dieser Rechnung nicht berücksichtigt. Wird er berücksichtigt, ergibt sich, daß es in Wirklichkeit etwa ein ganzes Jahr schneller geht.

Zusammenfassung

Jeder Dreisatz läßt sich auch als Verhältnis auffassen. Die Verhältnisgleichung ergibt sich wieder aus dem Ansatz.

Frau A. kauft 5 m Hemdenstoff und bezahlt dafür 28,— DM. Frau D kauft 3 m von dem gleichen Stoff.

$$5 \text{ m Stoff} \cong 28,— \text{ DM}$$

$$3 \text{ m Stoff} \cong x \text{ DM.}$$

Das Verhältnis der Menge zum Preis bleibt gleich (je mehr Stoff, desto höher der Preis und umgekehrt).

Demnach verhält sich 5 : 28 wie 3 : x.

x ist die Unbekannte (unbekannte Größe) in einer Gleichung, die bestimmt werden soll.

$$5 : 28 = 3 : x \quad (\text{Verhältnisgleichung})$$

$$5x = 28 \cdot 3 \quad (\text{Produktengleichung})$$

Wenn das Fünffache von x gleich 84 ist, dann ist x ein Fünftel von 84.

$$x = 84 : 5 = 16,8$$

3 m Stoff kosten 16,80 DM.

Bei einem indirekten Verhältnis müssen wir beim Aufstellen der Gleichung besonders aufpassen:
 6 Arbeiter brauchen zum Ausschachten einer Baugrube 10 Tage. Nach 2 Tagen stehen nur noch
 4 Arbeiter zur Verfügung. Auch hier ist der Ansatz der Schlüssel zur Lösung:

6 Arbeiter $\hat{=}$ 8 Tage

4 Arbeiter $\hat{=}$ x Tage

(Wir rechnen natürlich nur mit dem Rest, der noch bewältigt werden muß.)
 Daraus ergibt sich folgendes Verhältnis:

6 : 4 = x : 8

$4x = 6 \cdot 8 = 48$

$x = 48 : 4 = 12$

Die Arbeiten dauern demnach 4 Tage länger, wenn nach dem 2. Tag nur noch 4 Arbeiter zur Ver-
 fügung stehen.

Bei allen Dreisatzaufgaben ist ein durchdachter Ansatz das Wichtigste. Aus ihm ergibt sich
 immer der richtige Rechenweg.
 Auf eine Schematisierung des Ansatzes wurde bewußt verzichtet. Die Vielfalt der Aufgaben
 im täglichen Leben ist so groß, daß ein allgemeines Lösungsschema nicht möglich ist. Bei dem
 Ansatz ist aber darauf zu achten, daß die gesuchte Größe unter dem Bedingungssatz am Ende
 des Fragesatzes steht.

Diagramme

Das Diagramm ist eine graphische Darstellung von bestimmten Größenverhältnissen. Die einzel-
 nen Teile eines Ganzen werden zunächst in Prozentsätze umgerechnet.

Der Grundbesitz eines Landwirtes beträgt insgesamt 84 Hektar. Davon sind 56 ha Acker- und
 21 ha Weideland. Der Rest ist Wald.
 Wir rechnen zunächst die Flächen in prozentuale Anteile um:

84 ha $\hat{=}$ 100%

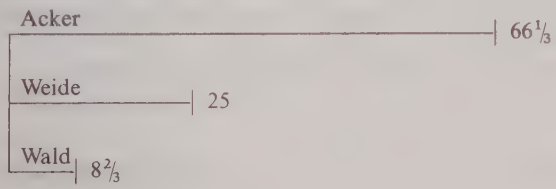
84 ha $\hat{=}$ 100%

56 ha $\hat{=}$ $\frac{100 \cdot 56}{84} \% = 66\frac{1}{3} \%$

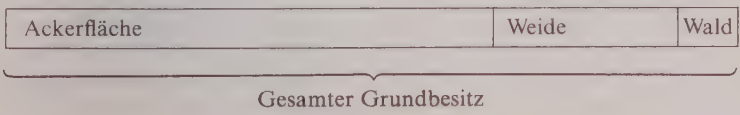
21 ha $\hat{=}$ $\frac{100 \cdot 21}{84} \% = 25 \%$

Der Rest (Anteil des Waldes) muß $8\frac{2}{3}$ betragen.

Strecken-Diagramm: (1% $\hat{=}$ 1 mm)



Balken-Diagramm: (1% $\hat{=}$ 5 mm²)



Kreis-Diagramm: ($1\% \cong 3,6^\circ$)

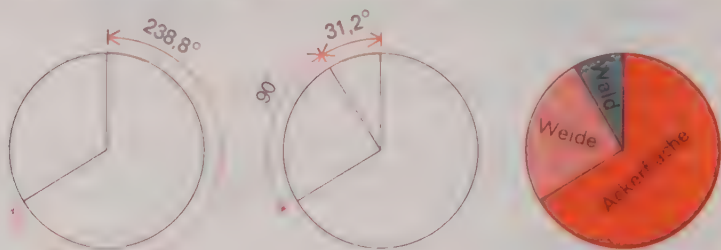
Diese Darstellungsform wird ihrer Übersichtlichkeit wegen häufig angewandt. Da der Vollkreis 360° hat, ist 1% des Kreises $3,6^\circ$.

$$66\frac{1}{3}\% \cong 3,6^\circ \cdot 66\frac{1}{3} = 238,8^\circ$$

$$25\% \cong 3,6^\circ \cdot 25 = 90,0^\circ$$

$$8\frac{2}{3}\% \cong 3,6^\circ \cdot 8\frac{2}{3} = \frac{31,2^\circ}{360,0^\circ}$$

In einem Kreis werden, von 0° ausgehend, im Uhrzeigersinn die Anteile eingezeichnet:

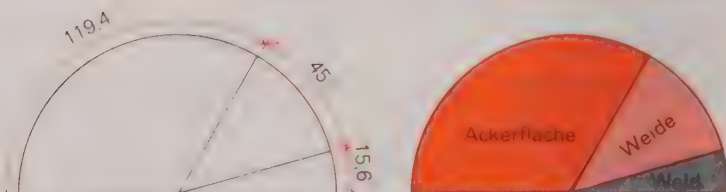


Im Halbkreis gilt entsprechend $1\% \cong 1,8^\circ$

$$66\frac{1}{3}\% \cong 1,8^\circ \cdot 66\frac{1}{3} = 119,4^\circ$$

$$25\% \cong 1,8^\circ \cdot 25 = 45,0^\circ$$

$$8\frac{2}{3}\% \cong 1,8^\circ \cdot 8\frac{2}{3} = \frac{15,6^\circ}{180,0^\circ}$$



Auch dieses Diagramm wird im Uhrzeigersinn aufgebaut. Auf diese Weise werden häufig die Stimmenanteile von Parteien nach Wahlen, Haushaltsanteile usw. dargestellt.

Diagramme verraten auf einen Blick oft viel mehr als lange Tabellen.

ZAHLENARTEN

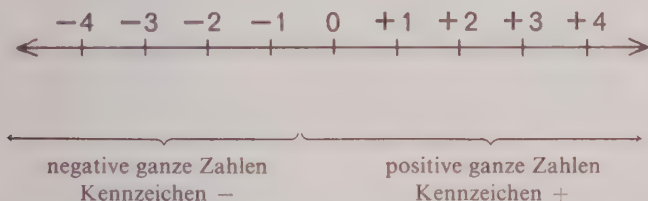
Relative Zahlen

Die natürlichen Zahlen lassen sich auf einem Zahlenstrahl darstellen:



Dabei folgt immer die nächstgrößere Zahl der kleineren.

Zählen wir rückwärts über Null hinaus, so ergeben sich die „negativen“ Zahlen, und der Zahlenstrahl wird zur Zahlengeraden:



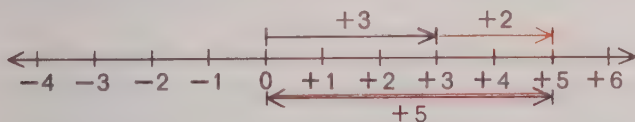
Negative Zahlen werden durch das „Vorzeichen“ $-$ gekennzeichnet. Im Gegensatz dazu werden die natürlichen Zahlen als „positive“ Zahlen bezeichnet und mit dem Vorzeichen $+$ gekennzeichnet.

Die Gesamtheit der negativen und positiven Zahlen und der Null ergibt die Menge der ganzen Zahlen.

Zahlen mit Vorzeichen bezeichnen wir als relative Zahlen. Betrachtet man nur ihren Wert (losgeröst von dem Vorzeichen), so bezeichnen wir sie als absolute Zahlen.

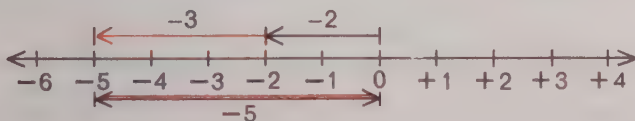
Die Vorzeichen der ganzen Zahlen dürfen nicht mit den Rechenzeichen verwechselt werden. Zahlen ohne Vorzeichen sind stets positive Zahlen, d. h. bei positiven Zahlen kann das Vorzeichen weggelassen werden.

Die verschiedenen Möglichkeiten werden im Folgenden an der Zahlengeraden dargestellt:



$$(+3) + (+2) = +5 \quad \text{oder} \quad 3 + 2 = 5$$

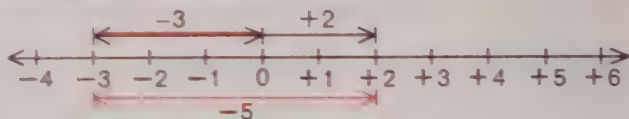
Die Rechenzeichen sind in diesen Beispielen zur Unterscheidung fettgedruckt.)



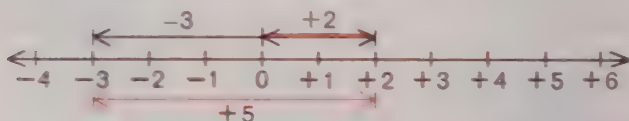
$$(-2) + (-3) = -5 \quad \text{oder} \quad -2 - 3 = -5$$

Daraus folgt:

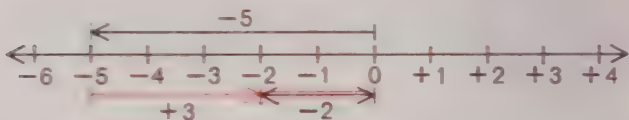
Relative Zahlen mit gleichem Vorzeichen werden addiert, indem man ihre Werte addiert. Das gemeinsame Vorzeichen ändert sich nicht.



$$(-2) + (-5) = -7 \quad \text{oder} \quad 2 + 5 = 7$$



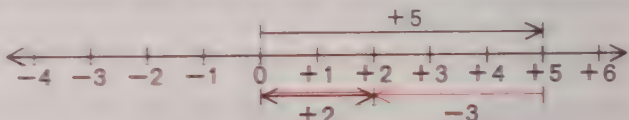
$$(-3) + (+5) = +2 \quad \text{oder} \quad 5 - 3 = 2$$



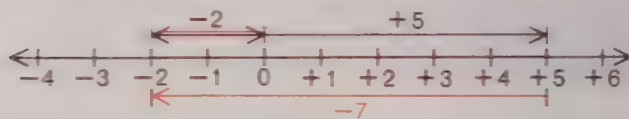
$$(-5) + (+3) = -2 \quad \text{oder} \quad 5 - 3 = 2$$

Daraus folgt:

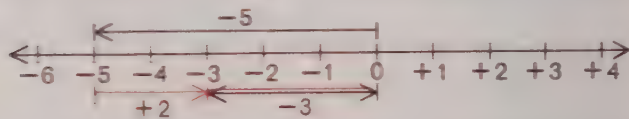
Relative Zahlen mit verschiedenen Vorzeichen werden addiert, indem man den kleineren Wert von dem größeren subtrahiert und das Vorzeichen des größeren Wertes beibehält.



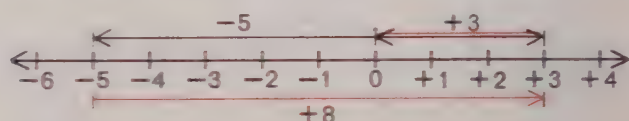
$$(-5) - (-3) = -2 \quad \text{oder} \quad (+5) + (-3) = 5 - 3 = 2$$



$$(-5) - (+7) = -12 \quad \text{oder} \quad (+5) + (-7) = 5 - 7 = -2$$



$$(-5) - (-2) = -3 \quad \text{oder} \quad (-5) + (+2) = -5 + 2 = 2 - 5 = -3$$



$$(-5) - (-8) = +3 \quad \text{oder} \quad (-5) + +8 = -5 + 8 = 8 - 5 = 3$$

Daraus folgt:

Relative Zahlen werden subtrahiert, indem man mit umgekehrten Vorzeichen addiert, d. h. die Subtraktion einer relativen Zahl ist gleich der Addition dieser Zahl mit umgekehrten Vorzeichen.

Für die Multiplikation relativer Zahlen gilt folgendes:

$$(+5) \cdot (+5) = 5 \cdot 5 = 25$$

$$(+4) \cdot (-4) = 4 \cdot -4 = -16$$

$$(-3) \cdot (-6) = -3 \cdot -6 = 18$$

Der Wert eines Produktes aus Faktoren mit gleichen Vorzeichen ist positiv; werden zwei Faktoren mit verschiedenen Vorzeichen multipliziert, ist der Wert des Produktes negativ.

Die Regel von der Vertauschbarkeit der Faktoren bleibt selbstverständlich in Kraft.

Besteht das Produkt aus mehreren Faktoren, ändert sich an dieser Regel ebenfalls nichts:

$$(-2) \cdot (-3) \cdot (+4) = (+6) \cdot (+4) = +24$$

$$(-2) \cdot (+3) \cdot (-4) = (-6) \cdot (-4) = +24$$

$$(-2) \cdot (-3) \cdot (-4) = (+6) \cdot (-4) = -24$$

$$(-2) \cdot (+3) \cdot (+4) = (-6) \cdot (+4) = -24$$

Für die Division relativer Zahlen gilt folgendes:

$$(+4) : (+2) = 4 : 2 = \frac{4}{2} = 2$$

$$(+4) : (-2) = 4 : -2 = \frac{4}{-2} = -2$$

$$(-4) : (-2) = -4 : -2 = \frac{-4}{-2} = 2$$

Haben Dividend und Divisor gleiche Vorzeichen, so ist der Wert des Quotienten positiv, haben sie verschiedene Vorzeichen, ist der Wert des Quotienten negativ.

GLEICHUNGEN

Das Gleichheitszeichen verbindet Rechenausdrücke gleichen Wertes:

$$27 = 18 + 9$$

Die Frage: Welche Zahl muß ich zu 4 addieren, um 9 zu erhalten? könnten wir in folgender Form darstellen:

$$4 + x = 9$$

x ist dabei der „Platzhalter“ für die Zahl, die noch bestimmt werden soll.

Eine solche Gleichung nennen wir „Bestimmungsgleichung“. Sie enthält die Aufgabe, den Wert der „Unbekannten“ x zu bestimmen. Setzen wir den für x ermittelten Wert in die Gleichung ein, so läßt sich die Richtigkeit der Lösung leicht kontrollieren.

$$4 + 5 = 9 \quad (\text{Der für } x \text{ angenommene Wert ist also richtig})$$

Setzen wir einen falschen Wert ein, so zeigt uns die „Ungleichung“ den Fehler an.

$$4 + 6 \neq 9$$

Eine Gleichung ist gelöst, wenn die Unbekannte durch die notwendigen Rechenoperationen allein auf einer Seite der Gleichung steht und die andere Seite keine Unbekannte mehr enthält.

$$\begin{aligned}x &+ 18 = 27 \\x &+ 18 - 18 = 27 - 18 \\x &= 9\end{aligned}$$

Auf jeder Seite der Gleichung wird die gleiche Zahl subtrahiert (im nebenstehenden Fall 18).

$$\text{Probe: } 9 + 18 = 27$$

$$\begin{aligned}x - 7 &= 51 \\x - 7 + 7 &= 51 + 7 \\x &= 58\end{aligned}$$

Auf jeder Seite der Gleichung wird die gleiche Zahl addiert.

$$\text{Probe: } 58 - 7 = 51$$

$$x : 4 = 18 \quad \text{bzw.} \quad \frac{x}{4} = 18$$

Jede Seite der Gleichung wird mit der gleichen Zahl multipliziert.

$$\frac{x \cdot 4}{4} = 18 \cdot 4$$

$$\text{Probe: } 72 : 4 = 18; \quad \frac{72}{4} = 18$$

$$x = 72$$

$$5x = 120$$

Jede Seite der Gleichung wird durch die gleiche Zahl dividiert.

$$5x : 5 = 120 : 5 \quad \text{bzw.} \quad \frac{5x}{5} = \frac{120}{5}$$

$$x = 24$$

$$\text{Probe: } 5 \cdot 24 = 120$$

$$x^2 = 81$$

Jede Seite der Gleichung wird mit der gleichen Zahl radiziert.

$$\sqrt{x^2} = \sqrt{81}$$

$$x_1 = 9$$

$$\text{Probe: } 9^2 = 81$$

$$x_2 = -9$$

$$\text{Probe: } (-9)^2 = 81$$

Diese Aufgabe hat also zwei Lösungen!

$$\sqrt[3]{x} = 7$$

Jede Seite der Gleichung wird mit der gleichen Zahl potenziert.

$$(\sqrt[3]{x})^3 = 7^3$$

$$x = 49$$

$$\text{Probe: } \sqrt[3]{49} = 7$$

Eine Gleichung bleibt richtig, wenn jede Seite der gleichen Rechenoperation unterworfen wird, d. h. jede Rechenoperation, die auf der einen Seite der Gleichung vorgenommen wird, muß genauso auf der anderen Seite durchgeführt werden

Die beiden Seiten einer Gleichung können vertauscht werden:

$$x + 7 = 19 \text{ ist gleich dem Ausdruck } 19 = x + 7.$$

Tritt in einer Gleichung nur eine Unbekannte auf, so sprechen wir von einer „Gleichung mit einer Unbekannten“, z. B.

$$\begin{aligned}x + 8 &= 10 \quad | - 8 \\x &= 2\end{aligned}$$

Wird auf jeder Seite 8 subtrahiert, so erhalten wir die Lösung.

Die gleiche Unbekannte kann zunächst auch auf beiden Seiten der Gleichung auftauchen:

$$x + 3 = 7 - x \mid + x$$

$$2x + 3 = 7 \mid - 3$$

$$x + x + 3 = 7 - x + x$$

$$2x + 3 - 3 = 7 - 3$$

$$2x = 4 \mid : 2$$

$$\frac{2x}{2} = \frac{4}{2}$$

$$x = 2$$

$$\text{Probe: } 2 + 3 = 7 - 2$$

Gleichungen mit mehreren Unbekannten (die „Unbekannten“ werden üblicherweise mit den letzten Buchstaben unseres Alphabetes bezeichnet):

$$2x + 3y = 27$$

$$4x - 2y + 8z = 500$$

Die nebenstehenden Gleichungen enthalten zwei bzw. drei Unbekannte.

Den „Grad“ einer Gleichung erkennt man am höchsten Exponenten der Unbekannten, z. B.:

$$x + 7 = 10$$

$$x^2 + 8x + 16 = 0$$

$$x^3 - 2x^2 + x = 1$$

Gleichung ersten Grades (lineare Gleichung)

Gleichung zweiten Grades (quadratische Gleichung)

Gleichung dritten Grades (kubische Gleichung) usw.

Beispiele für das Lösen von Gleichungen:

Gleichungen ersten Grades mit einer Unbekannten:

$$\frac{3}{4}x - 117 = 3$$

Zunächst ordnen wir, wenn nötig, die Glieder (alle Glieder mit x auf die eine, alle anderen Glieder auf die andere Seite).

Dann berechnen wir nach den oben entwickelten Gleichungsregeln die Unbekannte:

$$\frac{3}{4}x - 117 = 12 \mid + 117$$

$$\frac{3}{4}x - 117 + 117 = 12 + 117$$

$$\frac{3}{4}x = 129 \mid \cdot 4$$

$$\frac{3x \cdot 4}{4} = 129 \cdot 4$$

$$3x = 516 \mid : 3$$

$$\frac{3x}{3} = \frac{516}{3}$$

$$x = 172$$

$$\frac{3}{4}x = 129 \mid \cdot \frac{4}{3}$$

$$\text{kürzer: } \frac{3x \cdot 4}{4 \cdot 3} = \frac{43 \cdot 4}{3 \cdot 1}$$

$$x = 172$$

$$\text{Probe: } \frac{3 \cdot 172}{4} - 117 = 129 - 117 = 12$$

$$4x + 7x - 126 = 6x - 41 \mid \text{Ordnen!} - 6x + 126$$

$$4x + 7x - 6x - 126 + 126 = 6x - 6x - 41 + 126$$

$$4x + 7x - 6x = 126 - 41$$

$$5x = 85 \mid : 5$$

$$x = 17$$

Probe:

$$4 \cdot 17 + 7 \cdot 17 - 126 = 6 \cdot 17 - 41$$

$$68 + 119 - 126 = 102 - 41$$

$$61 = 61$$

Soll die Seite einer Gleichung, die aus mehreren Gliedern besteht, mit einer Zahl multipliziert werden, so muß jedes Glied mit dieser Zahl vervielfacht werden. Entsprechend gilt auch:

Soll die Seite einer Gleichung, die aus mehreren Gliedern besteht, durch eine Zahl dividiert werden, so muß jedes Glied durch diese Zahl geteilt werden.

$$\frac{4}{5} + \frac{3}{x} - 17 = 0 \mid \cdot 5$$

$$\frac{4 \cdot 5}{5} + \frac{3 \cdot 5}{x} - 17 \cdot 5 = 0 \cdot 5$$

$$4 + \frac{15}{x} - 85 = 0 \mid x$$

$$4x + 15 - 85x = 0$$

$$15 - 81x = 0 \mid -15$$

$$-81x = -15 \mid -1$$

$$81x = 15$$

$$x = \frac{15}{81} = \frac{5}{27}$$

$$\frac{4}{5} + \frac{3}{x} - 17 = 0 \mid -5x$$

$$\frac{4 \cdot (-5x)}{5} + \frac{3 \cdot (-5x)}{x} - (17 - 5x) = 0 \cdot 5x$$

$$-4x - 15 + 85x = 0$$

$$81x - 15 = 0 \mid +15$$

$$81x = 15$$

$$x = \frac{15}{81} = \frac{5}{27}$$

$$\text{Probe: } \frac{4}{5} + 3 : \frac{5}{27} - 17 = 0$$

$$\frac{4}{5} + \frac{3 \cdot 27}{5} - 17 = \frac{85}{5} - 17 = 0$$

Gleichungen 1. Grades mit zwei Unbekannten:

$$x + y = 18$$

Diese Gleichung enthält die Unbekannten x und y , die in einer bestimmten Abhängigkeit voneinander stehen: Je größer x , desto kleiner y . Diese Gleichung ist aber nicht bestimmt lösbar, es sind unendlich viele Lösungen denkbar.

Die Lösung ist nur möglich, wenn wir zwei Gleichungen haben, die für beide Unbekannte gelten:

$$\text{I} \quad x + y = 18$$

$$\text{II} \quad x - y = 14$$

Diese beiden linearen Gleichungen mit 2 Unbekannten bilden ein „Gleichungssystem“. Zur Lösung stehen uns drei verschiedene Verfahren zur Verfügung:

Das Einsetzungsverfahren

Eine Gleichung wird nach einer Unbekannten gelöst:

$$\text{I} \quad x = 18 - y$$

und der gefundene Wert in die Gleichung eingesetzt:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{I in II} & (18 - y) - y = 14 & \\
 & 18 - y - y = 14 & \\
 & 18 - 2y = 14 \quad | -18 & \\
 & -2y = -4 \quad | : -1 & \\
 & 2y = 4 & \\
 & y = 2 &
 \end{array}$$

Der ermittelte Wert der einen Unbekannten wird dann in eine der Gleichungen eingesetzt, um den anderen zu ermitteln:

$$\begin{array}{l}
 x + 2 = 18; \quad x = 16 \\
 \text{oder} \\
 x - 2 = 14; \quad x = 16
 \end{array}$$

Ebenso gut hätten wir natürlich aus I $y = 18 - x$ in II oder aus II $x = 14 + y$ bzw. $y = x - 14$ in I einsetzen können. Wir erhalten immer das Lösungspaar

$$\begin{array}{l}
 x = 16 \\
 y = 2
 \end{array}$$

Zur Probe werden Lösungen in beide Gleichungen eingesetzt:

$$\begin{array}{ll}
 \text{I} & 16 + 2 = 18 \\
 \text{II} & 16 - 2 = 14
 \end{array}$$

Das Gleichsetzungsverfahren

$$\begin{array}{ll}
 \text{I} & x + 2y = 30 \\
 \text{II} & x - y = 12
 \end{array}$$

Beide Gleichungen werden nach der gleichen Unbekannten gelöst:

$$\begin{array}{ll}
 \text{I} & x + 2y = 30 \quad | -2y \\
 \text{II} & x - y = 12 + y
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{ll}
 \text{I} & x = 30 - 2y \\
 \text{II} & x = 12 + y
 \end{array}$$

Durch Gleichsetzen erhalten wir jetzt eine Gleichung, die nur noch eine der Unbekannten enthält:

$$\begin{array}{ll}
 \text{I} = \text{II} & 30 - 2y = 12 + y \\
 & -2y = 12 + y - 30 \\
 & -2y - y = 12 - 30 \\
 & -3y = -18 \quad | : -3 \\
 & y = 6
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 \text{(Beide Seiten unserer neuen Gleichungen sind ja gleich } x. \\
 \text{„Sind zwei Größen einer dritten gleich, so sind sie auch untereinander gleich.“)}
 \end{array}$$

Durch Einsetzen der ermittelten Lösung in eine der Gleichungen wird die andere Unbekannte ermittelt:

$$\text{(I)} \quad x - 6 = 12 \quad \text{ergibt} \quad x = 18$$

$$\begin{array}{ll}
 \text{Probe: I} & x + 2y = 30 \quad 18 + 2 \cdot 6 = 30 \\
 \text{II} & x - y = 12 \quad 18 - 6 = 12
 \end{array}$$

Das Lösungspaar $x = 18; y = 6$ ist also richtig.

Das Additions- bzw. Subtraktionsverfahren

$$\text{I} \quad 3x + 2y = 26$$

$$\text{II} \quad 5x - 2y = 6$$

Die Summe der beiden linken Seiten ist gleich der Summe der beiden rechten Seiten (bzw. die Differenz der linken Seiten ist gleich der Differenz der rechten Seiten.)

$$\begin{array}{rcll} \text{I} + \text{II} & 3x + 2y + (5x - 2y) & = & 26 + 6 \\ & 3x + 5x + 2y - 2y & = & 26 + 6 \quad (2y - 2y = 0) \\ & 8x & = & 32 \\ & x & = & 4 \end{array}$$

Dieses Verfahren hat nur Sinn, wenn durch die Addition (bzw. Subtraktion) beider Seiten eine Unbekannte ausfällt. (Evtl. muß eine der Gleichungen so erweitert werden, daß das möglich wird.)

$$\begin{array}{rcl} x \text{ in I:} & 3 \cdot 4 + 2y & = 26 \\ & 2y & = 14 \\ & y & = 7 \end{array}$$

$$\text{Lösung:} \quad \begin{array}{l} x = 4 \\ y = 7 \end{array}$$

Auf die Probe, das Einsetzen des Lösungspaares in beide (!) Gleichungen, sollte nie verzichtet werden.

Welches Verfahren zur Lösung gewählt wird, hängt von der Art des Gleichungssystems ab. Oft werden alle drei Lösungsverfahren möglich sein. Wir werden immer jenen Weg wählen, der die geringste Zahl von Operationen fordert, um dadurch die Zahl der Fehlerquellen zu vermindern.

$$\text{I} \quad 3x + y = 10 \}$$

$$\text{II} \quad 6x + 2y = 20 \}$$

Erweitern wir die Gleichung I mit 2, so erhalten wir die Gleichung II. Die 2. Gleichung ist also nichts anderes als das Doppelte der ersten Gleichung.

Da diese beiden Gleichungen voneinander abhängen (bzw. eine aus der anderen folgt), ist eine Lösung nicht möglich.

$$\begin{array}{rcl} \text{a) I} & x + 3y & = 12 \\ \text{II} & 2x + 3y & = 12 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{b) I} & x + y & = 22 \\ \text{II} & 2x + 2y & = 25 \end{array}$$

Die beiden obenstehenden Gleichungssysteme sind ebenfalls nicht lösbar, da sich in beiden Fällen die Gleichungen I und II widersprechen.

a) Entweder ist $x + 3y$ gleich 12 oder $2x + 3y$ gleich 12.

b) $2x + 2y$ muß 44 sein.

Georg hat in seiner Spardose 13 DM mehr als Karl, er hat sogar 3 DM mehr als das Dreifache von Karls Sparbetrag.

Wenn wir errechnen wollen, wieviel jeder der beiden gespart hat, müssen wir ein System von 2 Gleichungen aufstellen, da wir es hier mit 2 Unbekannten zu tun haben.

x sei der ersparte Betrag von Karl
 y sei der ersparte Betrag von Georg

Dann folgt aus der obenstehenden Aufgabe:

$$\text{I} \quad x + 13 = y$$

$$\text{II} \quad 3x + 3 = y$$

(Hätte Karl 13 DM mehr, so wären beide Sparbeträge gleich!)

(Das Dreifache von Karls Betrag und 3 DM ergibt Georgs Betrag.)

Hier bietet sich natürlich das Gleichsetzungsverfahren an:

$$\text{I} = \text{II} \quad x + 13 = 3x + 3 \quad | -x - 3$$

$$10 = 2x$$

$$5 = x$$

$$x = 5$$

$$x \text{ in I: } 5 + 13 = y$$

$$y = 18$$

Karl hat 5 DM, Georg hat 18 DM gespart. Die Probe (I) $5 + 13 = 18$ und (II) $3 \cdot 5 + 3 = 18$ bestätigt die Richtigkeit der Lösung.

*

Im Zweigwerk einer Firma sind heute 117 Mitarbeiter weniger beschäftigt als in dem Hauptbetrieb. Vor 4 Wochen war die Zahl der Mitarbeiter im Hauptbetrieb doppelt so groß wie die Mitarbeiterzahl des Zweigbetriebes. Seither sind aber bereits 13 Mitarbeiter zusätzlich eingestellt worden.

Wir legen fest: x ist die Zahl der Mitarbeiter im Hauptbetrieb.

y ist die Zahl der Mitarbeiter im Zweigwerk.

$$\text{I} \quad x - y = 117$$

(Die Differenz zwischen den Zahlen der Mitarbeiter ist 117!)

$$\text{II} \quad x = 2y + 13$$

(Die doppelte Zahl der Mitarbeiter wurde um 13 erhöht!)

Nach dem Einsetzungsverfahren ergibt sich

$$\text{II in I: } (2y + 13) - y = 117 \quad (x \text{ ist ja gleich } 2y + 13)$$

$$2y - y = 117 - 13$$

$$y = 104$$

$$y \text{ in I ergibt: } x - 104 = 117$$

$$x = 117 + 104$$

$$x = 221$$

Probe: (I) $221 - 104 = 117$ und (II) $221 = 2 \cdot 104 + 13$

Die Zahl der Mitarbeiter im Hauptwerk beträgt demnach 221, in dem Zweigbetrieb sind es 104.

ALLGEMEINE ZAHLEN

Zahlen haben im allgemeinen einen bestimmten Wert: 3, 17, $\frac{1}{2}$, $6\frac{3}{4}$, 2,75 usw. Zahlen, die keinen bestimmten Wert haben, die aber in ihrer Beziehung zu anderen festliegen, werden durch Buchstaben bezeichnet. Im allgemeinen benutzen wir Buchstaben des lateinischen und griechischen Alphabets.

An die Stelle der Buchstaben können beliebige Zahlen treten. Sie dürfen allerdings in einem Rechenvorgang nicht geändert werden.

Besonders wichtig ist die Ausdrucksweise mit allgemeinen Zahlen für die Aufstellung von „Formeln“

Bestimmte Zahlen können mit allgemeinen Zahlen verbunden werden.

Das Rechnen mit allgemeinen Zahlen ist deshalb von Vorteil, weil viele Aufgaben einmal durchgerechnet das Ergebnis in allgemeingültiger Form wiedergeben. Wir können daher das Rechnen mit Buchstaben (allgemeine Zahlen) mit einer mathematischen Kurzschrift vergleichen, z. B.:

$$a + b = c \quad (\text{Addition})$$

$$a - b = c \quad (\text{Subtraktion})$$

$$a \cdot b = c \quad (\text{Multiplikation})$$

$$a : b = c \quad (\text{Division})$$

Beim Rechnen mit allgemeinen Zahlen gilt außerdem folgendes:

$$a \cdot b = ab$$

$$a \cdot b \cdot c = abc$$

$$a : b = \frac{a}{b}$$

(d. h., das Zeichen für die Multiplikation ($\cdot$) wird weggelassen!)

(Divisionen werden meist als Brüche dargestellt.)

Wichtige „Formeln“ aus der Bruchrechnung:

$$\frac{a}{b} \cdot c = \frac{a \cdot c}{b}$$

(Brüche werden mit einer ganzen Zahl multipliziert, indem man nur die Zähler multipliziert.)

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{ac}{bd}$$

(Brüche werden miteinander multipliziert, indem man Zähler mit Zähler und Nenner mit Nenner multipliziert.)

$$\frac{a}{b} : \frac{c}{d} = \frac{ad}{bc}$$

(Ein Bruch wird durch einen anderen dividiert, indem man mit dem Kehrwert multipliziert:

Der „Kehrwert“ von $\frac{c}{d}$ ist $\frac{d}{c}$!)

Klammerausdrücke

Im allgemeinen gilt die Regel: Multiplikation und Division vor Addition und Subtraktion (Punktrechnung vor Strichrechnung).

Soll eine Rechnung vorrangig behandelt werden, so wird diese Rechnung durch Klammern eingeschlossen:

$$\begin{aligned}(a + b) + c &= a + b + c \\ a + (b - c) &= a + b - c \\ a - (b + c) &= a - b - c \\ a - (b - c) &= a - b + c \\ a - (-b - c) &= a + b + c\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}a \cdot (b + c) &= a \cdot b + a \cdot c \\ (a - b) \cdot c &= a \cdot c - b \cdot c\end{aligned}$$

Steht vor der Klammer ein Pluszeichen, kann die Klammer weggelassen werden.

Steht vor der Klammer ein Minuszeichen, so müssen die Vorzeichen jedes Gliedes beim Weglassen der Klammer durch das entgegengesetzte Zeichen vertauscht werden.

Ein Klammersausdruck wird mit einer Zahl multipliziert, indem man jedes Glied des Ausdrucks mit dieser Zahl multipliziert.

$$\begin{aligned}(a + b) \cdot (c + d) &= ac + bc + ad + bd \\ (a + b) \cdot (c - d) &= ac - ad + bc - bd \\ (a - b) \cdot (c - d) &= ac - ad - bc + bd\end{aligned}$$

Klammersausdrücke werden miteinander multipliziert, indem jedes Glied der ersten Klammer mit jedem Glied der zweiten Klammer multipliziert wird. Besondere Aufmerksamkeit ist dabei den Vorzeichen zu schenken.

Hier noch einmal die wichtigsten Regeln:

$$\begin{aligned}(+a) \cdot (+b) &= ab & (+c) \cdot (+c) &= +c^2 \\ (+a) \cdot (-b) &= -ab & (+c) \cdot (-c) &= -c^2 \\ (-a) \cdot (+b) &= -ab & (-c) \cdot (-c) &= c^2 \\ (-a) \cdot (-b) &= ab & (-c) \cdot (-c) &= -c^3\end{aligned}$$

$$(a + b - c - d) \cdot (a - e) = a^2 + ab - ac - ad - ae - be + ce + de$$

Folgende Ausdrücke treten besonders häufig auf:

$$\begin{aligned}(a + b)(a + b) &= a^2 + ab + ba + b^2 \quad \text{d. h.:} \\ (a + b)^2 &= a^2 + 2ab + b^2 \\ (a - b)(a - b) &= a^2 - ab - ba + b^2 \\ (a - b)^2 &= a^2 - 2ab + b^2 \\ (a + b)(a - b) &= a^2 - ab + ba - b^2 \\ (a + b)(a - b) &= a^2 - b^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(a + b) : c &= a : c + b : c \\ (a - b) : c &= a : c - b : c\end{aligned}$$

Ein Klammersausdruck wird durch eine Zahl dividiert, indem man jedes Glied dieses Ausdrucks durch die Zahl dividiert.

Auch hier sind die Vorzeichen besonders zu beachten:

$$\begin{aligned}(+a) : (+b) &= a : b = \frac{a}{b} \\ (+a) : (-b) &= -(a : b) = -\frac{a}{b} \\ (-a) : (+b) &= -(a : b) = -\frac{a}{b} \\ (-a) : (-b) &= +(a : b) = \frac{a}{b}\end{aligned}$$

In einem mehrgliedrigen Ausdruck können Teile innerhalb einer Klammer nochmals eingeklammert sein.

$$[a + 3b - (c - d)] - 2f = [a + 3b - c + d] - 2f = a + 3b - c + d - 2f$$

Wir lösen bei solchen Ausdrücken zweckmäßig den Ausdruck von innen nach außen auf. Wir finden runde (), eckige [] und geschweifte { } Klammern:

$$\begin{aligned} 4a - \{b + [c - 5e - (f - g)]\} \\ 4a - \{b + [c - 5e - f + g]\} \\ 4a - \{b + c - 5e - f + g\} \\ 4a - b - c + 5e + f - g \end{aligned}$$

Auflösung von innen nach außen

$$\begin{aligned} 4a - \{b + [c - 5e - (f - g)]\} \\ 4a - b - [c - 5e - (f - g)] \\ 4a - b - c + 5e + (f - g) \\ 4a - b - c + 5e + f - g \end{aligned}$$

Auflösung von außen nach innen

Potenzen und Wurzeln

$$a \cdot a = a^2$$

$$a^2 + a^2 = 2a^2$$

$$\sqrt{a^2} = a$$

$$a \cdot a^2 = a^3$$

$$4a^2 - a^2 = 3a^2$$

$$\sqrt{a^3} = a\sqrt{a}$$

$$a^3 \cdot a^4 = a^7$$

$$a^3 : a = a^2$$

$$\sqrt{a^2b} = a\sqrt{b}$$

Gleichungen:

$$x + a = b$$

$$x = b - a$$

(Auf jeder Seite wurde a subtrahiert)

$$ax - b = c$$

$$ax - c = b$$

$$x = \frac{b + c}{a}$$

(Auf beiden Seiten wurde erst b addiert, dann wurden beide Seiten durch a dividiert.)

$$\frac{x}{a} = b + c$$

$$x = a(b + c)$$

$$x = ab + ac$$

(Beide Seiten wurden mit a multipliziert.)

$$\frac{a}{x} + \frac{b}{x} = c \quad | \cdot x$$

$$a + b = cx \quad | : c$$

$$\frac{a}{c} + \frac{b}{c} = x$$

$$x = \frac{a + b}{c}$$

Vertauschen der Seiten und Addieren der gleichnamigen Brüche.

Haben mehrere Glieder einer Summe den gleichen Faktor, so kann dieser „ausgeklammert“ werden:

$$ab + ac = a(b + c)$$

$$2a + ab - ac = a(2 + b - c)$$

Auf diese Weise lassen sich Summen in Produkte verwandeln.

$$ax + bx = c \quad \text{Ausklammern!}$$

$$x(a + b) = c \quad | : (a + b)$$

$$\frac{x(a + b)}{a + b} = \frac{c}{(a + b)}$$

$$x = \frac{c}{a + b}$$

Raumlehre

Zeichen und Benennungen

In der Raumlehre sind folgende Zeichen und Benennungen üblich:

Punkte werden mit großen Buchstaben bezeichnet (A, B, P usw.).

Dabei können diese Buchstaben mit einem „Index“ versehen werden (kleine Zahl oder kleiner Buchstabe am Fuß des Buchstabens: A_1, A_2, P_4, B_a, M_c usw.).

Strecken, Strahlen, Geraden, Seiten von Flächen, Kanten von Körpern werden mit kleinen Buchstaben bezeichnet (a, b, s , usw.).

Auch hier sind „Indices“ üblich (a_1, a_2 usw.).

Strecken werden mit den Anfangs- und Endpunkten und einem darüberliegenden Strich bezeichnet: $\overline{AB}$ (Strecke oder Seite von A bis B).

Winkel werden mit den kleinen Buchstaben des griechischen Alphabetes bezeichnet: α, β, γ .

Wichtige Zeichen sind:

$=$	gleich	$\sim$	ähnlich
$\neq$	ungleich	$\perp$	senkrecht zu, rechtwinklig auf
$\equiv$	identisch	$\sphericalangle$	Winkel
$\approx$	angenähert, etwa, rund	$<$	kleiner als
$\cong$	entspricht	$>$	größer als
$\parallel$	parallel	$\overline{AB}$	Strecke AB
$\nparallel$	nicht parallel	$\widehat{AB}$	Bogen AB
$\cong$	kongruent, deckungsgleich	π	Pi 3,141592653589793846...

Das griechische Alphabet:

A, α	Alfa	I, ι	Jota	P, ρ	Rho
B, β	Beta	K, κ	Kappa	$\Sigma, \sigma, \varsigma$	Sigma
Γ, γ	Gamma	Λ, λ	Lambda	T, τ	Tau
Δ, δ	Delta	M, μ	Mü	Υ, υ	Ypsilon
E, ε	Epsilon	N, ν	Nü	Φ, ϕ, ϕ	Phi
Z, ζ	Zeta	Ξ, ξ	Xi	χ, χ	Chi
H, η	Eta	O, o	Omikron	Ψ, ψ	Psi
Θ, θ, θ	Teta	Π, π	Pi	Ω, ω	Omega

Maße und Gewichte

Das „metrische“ System ist heute durch Übereinkunft in vielen Ländern eingeführt. (1 Meter war ursprünglich der 40millionste Teil des Erdumfanges.) In den angelsächsischen Ländern und in Indien z. B. werden die englischen Maße benutzt. Die wichtigsten werden deshalb hier auch angegeben.

Längenmaße:

1 Meter (m)	=	10 Dezimeter (dm)
1 Dezimeter (dm)	=	10 Zentimeter (cm)
1 Zentimeter (cm)	=	10 Millimeter (mm)
1 Kilometer (km)	=	1 000 Meter
1 m	=	10 dm = 100 cm = 1 000 mm = 0,001 km

1 inch (in)	.....	2,54 cm
1 foot (ft) = 12 in	.....	30,48 cm
1 yard (yd) = 3 ft	.....	91,44 cm
1 mile = 1 760 yd	.....	1,609 km

1 Seemeile (sm)		1,852 km
-----------------	-------	----------

Flächenmaße

$$1 \text{ Quadratmeter (m}^2\text{)} = 100 \text{ dm}^2 = 10\,000 \text{ cm}^2 = 1\,000\,000 \text{ mm}^2$$

$$1 \text{ Ar (a)} = 100 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ Hektar (ha)} = 100 \text{ a} = 10\,000 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ Quadratkilometer (km}^2\text{)} = 100 \text{ ha} = 1\,000\,000 \text{ m}^2$$

1 square inch (sq. in.)	.....	6,45 m ²
1 acre	.....	4048 m ²

Raum- und Hohlmaße

$$1 \text{ Kubikmeter (m}^3\text{)} = 1\,000 \text{ dm}^3 = 1\,000\,000 \text{ cm}^3 = 1\,000\,000\,000 \text{ mm}^3$$

$$1 \text{ Liter (l)} = 1 \text{ dm}^3 = 1\,000 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ Hektoliter (hl)} = 100 \text{ l}$$

Das englische System unterscheidet zwischen Raummaßen (z. B. 1 cubic inch $\approx$ 16,39 cm³), Flüssigkeitsmaßen (z. B. pint, quart, gallon) und Trockenhohlmaßen (z. B. bushel, barrel). Die Abweichungen zwischen englischen und amerikanischen Einheiten sind z. T. recht beträchtlich.

Gewichte

$$1 \text{ Kilogramm (kg)} = 1\,000 \text{ Gramm (g)} = 1\,000\,000 \text{ Milligramm (mg)}$$

$$1 \text{ Doppelzentner (dz)} = 100 \text{ kg}$$

$$1 \text{ Tonne (t)} = 10 \text{ dz} = 1\,000 \text{ kg}$$

1 ounce (oz)	.....	28,35 g
1 pound (lb) = 16 oz	.....	453,59 g
1 (long) ton = 2 240 lb	.....	1 016,05 t
1 short ton = 2 000 lb	.....	907,185 t

FLÄCHENBERECHNUNGEN (PLANIMETRIE)

Die Länge einer Strecke wird dadurch festgestellt, daß sie mit einer festgelegten Längeneinheit gemessen wird, d. h. man stellt fest, wie oft die Maßeinheit in der zu messenden Strecke enthalten ist.

Als Maßeinheit hat sich seit Beginn des 19. Jahrhunderts das Meter durchgesetzt.

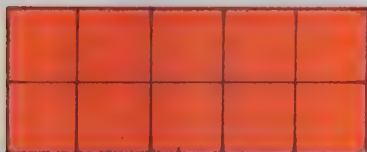


Diese Strecke ist 65 mm lang, d. h. die Maßeinheit 1 mm ist 65mal in dieser Strecke enthalten. (Die Maßeinheit 1 cm ist 6,5mal in dieser Strecke enthalten.)

Bei der Messung von Flächengrößen ist die direkte Arbeit mit den Einheiten unserer Flächenmaße sehr umständlich, oft gar nicht möglich.



Diese Fläche ist 1 cm^2 groß, d. h. eine unserer Maßeinheiten.



Diese Fläche ist 10 cm^2 groß, d. h. unsere Maßeinheit ist in dieser Fläche 10mal enthalten.



Diese Fläche ist etwa 5 cm^2 groß. Eine genaue Bestimmung der Größe durch Auflegen der Maßeinheit ist nicht mehr möglich.

Flächen werden nicht gemessen, sondern berechnet.

Eine Fläche wird von geraden oder krummen Linien bestimmt:



Wird eine Fläche von geraden Linien („Geraden“) begrenzt, so stehen diese in bestimmten „Winkeln“ aufeinander.

Gerade und Winkel

Eine Gerade ist durch 2 Punkte eindeutig bestimmt. Sie ist nach beiden Richtungen unbegrenzt. Liegen 3 Punkte auf einer Geraden, so muß ein Punkt zwischen den beiden anderen liegen.

Zwei Geraden haben entweder einen Punkt gemeinsam – den Schnittpunkt –, oder sie haben keinen gemeinsamen Punkt; in diesem Fall sind sie „parallel“.

Geht von einem Punkt nur nach einer Seite eine durch diesen Punkt S begrenzte Halbgerade aus, so sprechen wir von einem Strahl (eindeutig begrenzte Gerade). $s \bullet \longrightarrow$

Wird dieser Strahl um seinen Ausgangspunkt S gedreht, so entstehen zwei „Winkel“.



Die beiden Strahlen nennen wir die Schenkel des Winkels, ihren gemeinsamen Ausgangspunkt den Scheitel des Winkels.

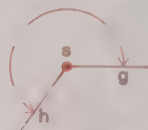
Die Winkel werden meist mit den kleinen Anfangsbuchstaben des griechischen Alphabets bezeichnet (α , β , γ , δ , ϵ , ...).

Die beiden Winkel der obenstehenden Zeichnung ergänzen sich zu 360° . Diese Einteilung in Grade geht auf die Babylonier zurück. Sie teilten den Vollkreis in 360 Teile ein.

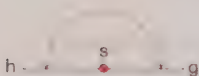
Eine neuere Teilung (Neugrad) teilt den Kreis in 400 Grad ein.



Vollwinkel Größe: 360°



Überstumpfer Winkel größer als 180° , aber kleiner als 360° .



gestreckter Winkel Größe: 180°



stumpfer Winkel größer als 90° , aber kleiner als 180° .

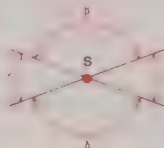


rechter Winkel Größe: 90°



spitzer Winkel größer als 0° , aber kleiner als 90° .

Schneiden sich zwei Geraden in dem Punkt S , so entstehen vier Winkel mit einem gemeinsamen Scheitel:

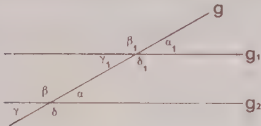


Die Winkelpaare α und γ haben keinen gemeinsamen Schenkel, sie heißen „Scheitelwinkel“. (Das gleiche gilt natürlich für die Winkel β und δ .)

Scheitelwinkel sind gleich $\alpha = \gamma$; $\beta = \delta$

Die Winkel α und β haben einen Schenkel gemeinsam und ergänzen sich zu einem gestreckten Winkel (180°). Sie heißen Nebenwinkel. (Das gleiche gilt natürlich für die Winkelpaare β und γ , γ und δ , α und δ .)

Werden zwei parallele Geraden von einer dritten geschnitten, so entstehen 8 Winkel:



Das Winkelpaar α und α_1 nennen wir Stufenwinkel (ebenso die Paare β und β_1 , γ und γ_1 , δ und δ_1). Stufenwinkel sind einander gleich: $\alpha = \alpha_1$.

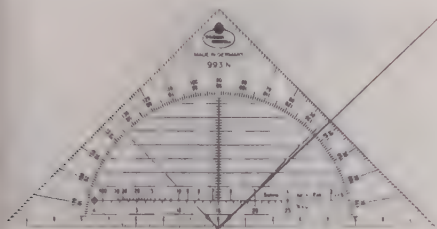
Nenn $\alpha = \alpha_1$ ist, dann folgt daraus $\alpha = \gamma_1$ ($\gamma = \gamma_1$ Stufenwinkel; $\alpha_1 = \delta$ Scheitelwinkel.)

Das Winkelpaar α und γ_1 heißt Wechselwinkel. Sie sind untereinander ebenfalls gleich: $\beta = \delta_1$ usw.

„Entgegengesetzte Winkel“ liegen auf verschiedenen Seiten der geschnittenen Geraden und auf derselben Seite der schneidenden Gerade, z. B. δ und α_1 , β und γ_1 usw.

Sie ergänzen einander zu einem gestreckten Winkel (180°).

Winkel werden mit Winkelmessern gemessen.



Der Winkelmesser ist ein dreieckiges oder halbkreisförmiges Gerät, auf dessen Rand die Teilung von 0° bis 180° angebracht ist. Bei der Benutzung ist darauf zu achten, daß die Scheitelmartkierung genau auf den Scheitelpunkt zu liegen kommt.

Zur Zeichnung von geometrischen Figuren werden folgende „Grundkonstruktionen“ häufig gebraucht:

Abtragen einer Strecke

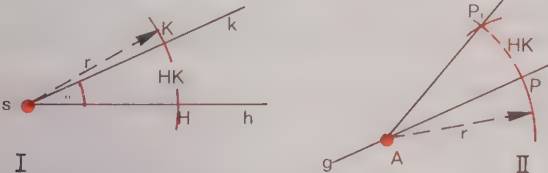
Auf einer gegebenen Geraden g soll vom Punkt P die Strecke a abgetragen werden:



Man nimmt die Strecke a „in den Zirkel“ (Zirkelspanne $= a$) und schgt um P einen Kreisbogen, der die Gerade g schneidet. Es ergeben sich zwei Lösungen: Die Strecken $\overline{PA}$ und $\overline{BP}$.

Antragen eines Winkels

In eine Gerade g soll in einem Punkt A der Winkel α angetragen werden:



Man schgt um S (den Scheitelpunkt des Winkels α) einen Kreisbogen mit dem Radius r (beliebig), denselben Kreisbogen dann um Punkt A auf der Geraden g . Diese Kreise schneiden von S aus die Schenkel des Winkels α in den Punkten H und K , von A aus die Gerade g in Punkt P .

Um P (auf g) beschreibt man dann einen Kreisbogen mit dem Radius $\overline{HK}$ (diese Strecke kann auf der Zeichnung I in den Zirkel genommen werden).

Den Schnittpunkt P_1 dieses Bogens (mit dem Bogen um A) verbindet man mit dem Punkt A .

Errichten einer Senkrechten

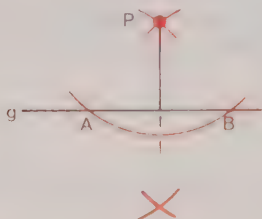
Auf einer Geraden g soll in Punkt A eine Senkrechte errichtet werden:



Man schlägt um A einen Kreisbogen, der g in P_1 und P_2 schneidet. Um diese beiden Punkte schlägt man je einen (gleichgroßen) Bogen, die sich über g im Punkt B schneiden. Die Gerade durch B und A steht senkrecht auf g .

Fällen eines Lotes

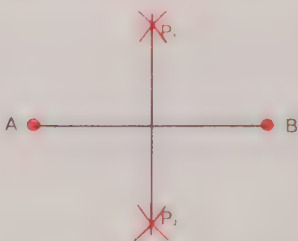
Von einem Punkt P soll das Lot auf die Gerade g gefällt werden.



Man schlägt um P einen Kreisbogen, der g in A und B schneidet. Um diese Punkte wird je ein (gleichgroßer) Bogen geschlagen. Diese beiden Bögen schneiden sich in dem Punkt C . Die Gerade durch P und C ist das gesuchte Lot auf g .

Halbieren einer Strecke

Die Strecke $\overline{AB}$ soll halbiert werden:

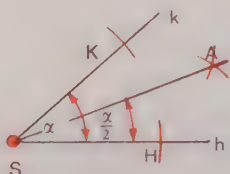


Man schlägt um A und B zwei (gleichgroße) Kreisbögen (der Radius muß größer als die Hälfte der Strecke sein) und erhält die Schnittpunkte P_1 und P_2 . Die Verbindung dieser beiden Punkte halbiert die Strecke $\overline{AB}$.

Sie ist gleichzeitig die „Mittelsenkrechte“ (Mittellot) auf $\overline{AB}$.

Halbieren eines Winkels

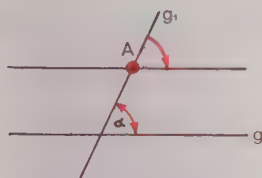
Der Winkel mit den Schenkeln h und k und dem Scheitel S soll halbiert werden.



Man schlägt um S einen Kreisbogen, der die beiden Schenkel in den Punkten H und K schneidet. Um die so ermittelten Schnittpunkte schlägt man je einen Kreisbogen mit der gleichen Zirkelspanne und erhält so den Schnittpunkt A . Die Verbindungslinie von A und S halbiert den Winkel α .

Konstruktion einer Parallelen

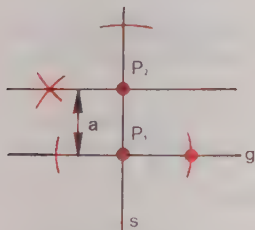
Zu der Geraden g soll eine Parallele durch den Punkt A gezeichnet werden:



Man zeichnet durch A eine Gerade g_1 , die die Gerade g schneidet. Einen der Winkel zwischen g_1 und g (in unserem Beispiel α) trägt man als Stufenwinkel in A an (s. Antragen eines Winkels).

Der freie Schenkel ist die gesuchte Parallele zu g .

Zu der Geraden g soll im Abstand a eine Parallele gezeichnet werden:



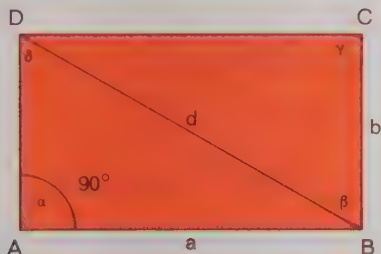
Man errichtet in einem Punkt (P_1) der Geraden g eine Senkrechte (siehe Errichten einer Senkrechten). Auf dieser Senkrechten wird von P_1 der Abstand a abgetragen (siehe Abtragen einer Strecke!), und man erhält so den Punkt P_2 .

Die Senkrechte, errichtet auf der Geraden s (Senkrechte auf g), ist die gesuchte Parallele zu g im Abstand a .

Alle diese Grundkonstruktionen werden nur mit Lineal und Zirkel ausgeführt.

Vierecke

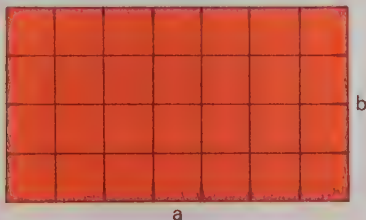
Das Rechteck



Das Rechteck wird von 4 geraden Linien begrenzt. Es hat 4 Seiten und 4 Ecken. Die Ecken werden im allgemeinen entgegen dem Uhrzeigersinn mit großen Buchstaben bezeichnet. Alle Seiten stehen rechtwinklig aufeinander, die Summe der 4 Winkel beträgt danach 360° . Die Innenwinkel werden mit kleinen griechischen Buchstaben bezeichnet. Dabei gehört der Winkel α zum Scheitel A usw.

Die beiden gegenüberliegenden Seiten eines Rechtecks sind jeweils gleich lang und liegen parallel. Die aneinanderstoßenden Seiten sind im allgemeinen verschieden lang.

Die Verbindungslinie zweier gegenüberliegender Ecken nennen wir Diagonale. Diese Linien ($\overline{AC}$ und $\overline{BD}$) teilen das Rechteck in zwei Dreiecke.



Der Umfang U eines Rechtecks (die Summe aller Seitenlängen) beträgt:

$$U = 2 \cdot a + 2 \cdot b = 2(a + b)$$

(Der Umfang ist also 2mal die Länge und 2mal die Breite eines Rechtecks.)

In dem obenstehenden Beispiel beträgt die Länge (a) 7, die Breite 4 Einheiten. (Der Umfang U also $2 \cdot (7 + 4) = 22$ Einheiten.)

Der Flächeninhalt F (die Größe der Fläche) wird berechnet, indem man die Länge mit der Breite multipliziert.

Die Fläche läßt sich in Quadrateinheiten einteilen. Das ergibt 4 Reihen zu je 7 Quadrateinheiten $= 28$ Quadrateinheiten.

$$F = a \cdot b$$

(Die Fläche errechnet sich aus dem Produkt von Länge und Breite.)

Die Länge der Diagonale d wird nach dem $\rightarrow$ Lehrsatz des Pythagoras berechnet.

1. Beispiel:

Ein rechteckiger Platz soll mit Randsteinen eingefäßt und mit Platten belegt werden. Die Randsteine sind 1 m lang, auf 1 m² rechnet man 9 Platten. Der Platz ist 24 m lang und 16 m breit.

$$\begin{array}{ll} U = 2(a + b) & a = 24 \text{ m} \\ U = 2(24 + 16) = 80 & b = 16 \text{ m} \end{array}$$

Der Umfang beträgt 80 m. Es werden 80 Randsteine benötigt.

$$\begin{array}{l} F = a \cdot b \\ F = 24 \cdot 16 = 384 \end{array}$$

Die Fläche beträgt 384 m². Es werden demnach $384 : 9 = 42,7$ Platten benötigt.

2. Beispiel:

Die Fläche eines Rechtecks beträgt 345 m², die Breite 15 m. Wie lang ist diese Fläche?

$$F = 345 \quad a = x \quad b = 15 \quad F = a \cdot b$$

Setzen wir in diese Formel die uns bekannten Größen ein, so erhalten wir:

$$\begin{array}{l} 345 = x \cdot 15 \\ x = \frac{345}{15} = 23 \quad \text{Probe: } 23 \cdot 15 = 345 \end{array}$$

Die Fläche ist demnach 23 m lang.

Bei allen Aufgaben dieser Art müssen wir darauf achten, daß sich die Maßeinheiten der Längen und Flächenmaße entsprechen. In einer Rechnung kann also nur mit m und m², mit cm und cm usw. gerechnet werden. Entsprechen sich diese Einheiten nicht, so müssen sie vor der Rechnung umgerechnet werden:

Eine Tischdecke ist 1,2 m lang und 85 cm breit. Die Größe der Fläche beträgt entweder:

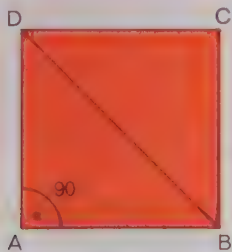
$$F = 1,2 \cdot 0,85 = 1,02 \text{ m}^2 \text{ (Rechnung mit m)}$$

oder

$$F = 120 \cdot 85 = 10\,200 \text{ cm}^2 \text{ (Rechnung mit cm)}.$$

Das Quadrat

Das Quadrat ist ein besonderes Rechteck.



$U = 4 \cdot a$
 $F = a \cdot a = a^2$

Wie beim Rechteck sind die gegenüberliegenden Seiten parallel, sie stehen rechtwinklig zueinander. Die Seiten sind alle gleich lang. Die beiden Diagonalen stehen senkrecht aufeinander und halbieren einander.

(Der Umfang ist 4mal die Seitenlänge)
(Der Flächeninhalt entspricht dem „Quadrat“ der Seitenlänge)

Beispiel:

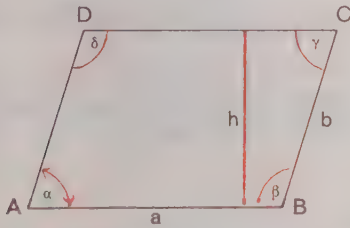
Eine quadratische Parkfläche soll als Rasenfläche hergerichtet werden. Ihr Umfang beträgt 120 m. Für 1 m² rechnet der Gärtner 60 g Grassamen.

$U = 4 \cdot a$
 $a = \frac{U}{4} = \frac{120}{4} = 30$
 $F = a^2 = 30 \cdot 30 = 900$

(Die Seitenlänge beträgt ein Viertel des Umfangs, also 30 m).
Die Fläche beträgt 900 m².

Es werden also $900 \cdot 60 \text{ g} = 54\,000 \text{ g}$ 54 kg Grassamen benötigt.

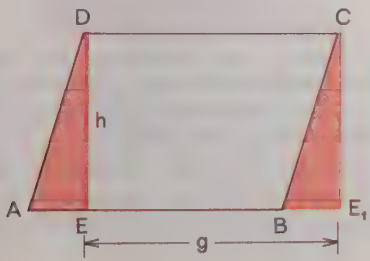
Das Parallelogramm (Rhomboid)



Das Parallelogramm ist ein Viereck, dessen Fläche von 2 paarweise parallel laufenden Linien begrenzt wird. Die Seiten bilden keinen rechten Winkel. (Stehen die Seiten senkrecht aufeinander, so handelt es sich um ein Rechteck.)

Die gegenüberliegenden Seiten sind gleichlang, die gegenüberliegenden Winkel sind gleich groß. Die Seite *a* bezeichnen wir als Grundseite, den Abstand der Parallelen zur Grundseite als Höhe *h* des Parallelogramms.

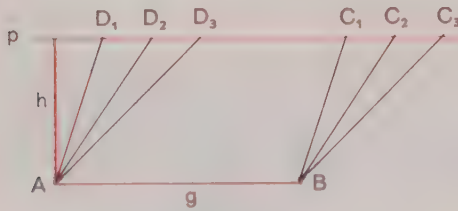
$U = 2(a + b) = 2a + 2b$
(Summe aller Seiten).



Die Fläche eines Parallelogramms läßt sich leicht in ein Rechteck verwandeln. Das Dreieck *AED* ist gleich dem Dreieck *BE₁C*. Das flächengleiche Rechteck hat dann die Seitenlängen *g* und *h*.

$F = g \cdot h$
(Grundlinie mal Höhe)

Ein Parallelogramm lässt sich nicht eindeutig konstruieren, wenn nur g und h bekannt sind.



Gegeben sind von einem Parallelogramm:

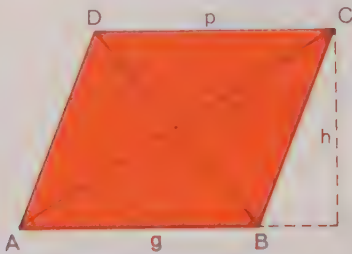
$$g = 5 \text{ cm}; \quad h = 3 \text{ cm}.$$

Wir konstruieren zur Grundlinie g im Abstand h eine Parallele p .

Zeichnen wir durch die Punkte A und B der Grundlinie ein paar Parallelen, die die Gerade p schneiden, so erhalten wir eine Reihe von Parallelogrammen, z. B. ABC_1D_1 , ABC_2D_2 , ABC_3D_3 usw. Alle diese Parallelogramme sind flächengleich (gemeinsame Grundlinie und gemeinsame Höhe). Der Umfang ist aber bei diesen Parallelogrammen verschieden.

Die Raute (Rhombus)

Die Raute ist ein besonderes Parallelogramm, hier sind alle Seiten gleich lang. Die Diagonale einer Raute halbieren einander.



$$U = 4g$$

(das Vierfache der Grundlinie)

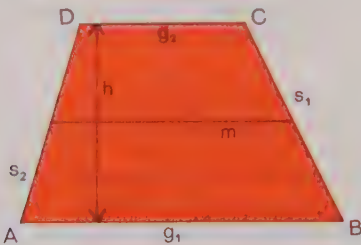
$$F = g \cdot h$$

(Grundlinie mal Höhe)

Eine Konstruktion aus g und h ist möglich.

Nach der Konstruktion der Parallelen p zu g im Abstand h wird um die Punkte A und B je ein Kreisbogen mit der Zirkelspanne (Radius) g geschlagen. Die Schnittpunkte mit der Parallelen sind die gesuchten Ecken C und D der Raute.

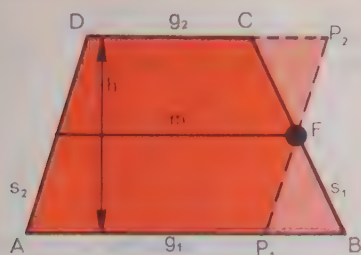
Das Trapez



Das Trapez ist ein Viereck, das von geraden Linien begrenzt wird. Zwei gegenüberliegende Seiten sind parallel. Diese parallelen Seiten bezeichnen wir als Grundlinien g_1 und g_2 . Die

nicht parallelen Seiten bezeichnen wir als die Schenkel s_1 und s_2 des Trapezes. Beim gleichschenkeligen Trapez sind diese beiden Seiten gleichlang. Der Abstand der parallelen Seiten ist die Höhe h . Die Verbindung der Mittelpunkte beider Schenkel ist die Mittellinie m ; sie ist eine Parallele zu g_1 und g_2 .

Die Fläche eines Trapezes lässt sich leicht in ein Parallelogramm verwandeln:



Wir zeichnen durch den Mittelpunkt von s_1 (F) eine Parallele zu s_2 . Diese Parallele schneidet g_1 in P_1 und die Verlängerung von g_2 in P_2 . Das Dreieck P_1BF ist gleich dem Dreieck CFP_2 . Wir haben das Trapez in ein flächengleiches Parallelogramm verwandelt, dessen Flächeninhalt wir berechnen können.

Aus der Konstruktion ergibt sich auch die Länge der Mittellinie m . Die Strecke $\overline{P_1B}$ ist gleich der Strecke $\overline{CP_2}$. Die Mittellinie ist danach halb so lang wie die Hälfte der Summe der Grundlinien.

$$m = \frac{g_1 + g_2}{2}$$

$$U = g_1 + g_2 + s_1 + s_2$$

(Summe aller Seiten)

$$F = m \cdot h$$

(Mittellinie mal Höhe)

Beispiel:

Bauer F. hat einen trapezförmigen Acker, dessen parallele Seiten 176 und 38 m lang sind, die Höhe des Trapezes ist 91 m. Bei einer Flurbereinigung erhält er dafür einen rechteckigen Acker von 122 m Länge und 76 m Breite. Der Quadratmeter soll mit 2,15 DM verrechnet werden.

Berechnung der Trapezfläche:

$$m = (g_1 + g_2) : 2;$$

$$F = m \cdot h;$$

$$m = (38 + 176) : 2 = 107$$

$$F = 107 \cdot 91 = 9737$$

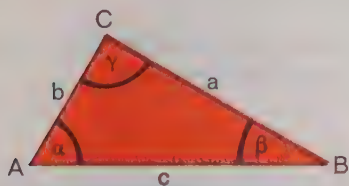
Berechnung der Rechteckfläche:

$$F = a \cdot b;$$

$$F = 76 \cdot 122 = 9272$$

Der Vergleich beider Flächen ($9737 \text{ m}^2 - 9272 \text{ m}^2$) ergibt: Der neue Acker ist um 465 m^2 kleiner als der alte. Bauer F. hat also Anspruch auf $465 \cdot 2,15 \text{ DM} = 999,75 \text{ DM}$.

Dreiecke



Verbindet man 3 Punkte, die nicht auf einer Geraden liegen, paarweise miteinander, so erhält man ein Dreieck.

Ein Dreieck hat 3 Ecken (üblicherweise durch große Buchstaben entgegen dem Uhrzeigersinn bezeichnet), 3 Seiten (üblicherweise mit

kleinen Buchstaben bezeichnet, wobei jede Seite den Buchstaben der gegenüberliegenden Ecke erhält) und 3 Winkel (sie werden mit den kleinen Buchstaben des griechischen Alphabets bezeichnet, wobei α den Scheitel A, β den Scheitel B und γ den Scheitel C hat).

Zwei Seiten eines Dreiecks sind zusammen stets größer als die dritte:

$$a + b > c$$

$$b + c > a$$

$$c + a > b$$

Das Zeichen $>$ bedeutet: „größer als“, das Zeichen $<$ bedeutet: „kleiner als“.

Die Summe der 3 Winkel im Dreieck beträgt 180° .

Die Winkelsumme im Viereck beträgt 360° .

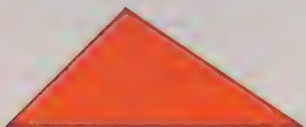
Jedes Viereck lässt sich durch eine Diagonale in 2 Dreiecke zerlegen.

Sind 2 Winkel eines Dreiecks bekannt, so lässt sich der dritte Winkel berechnen, z. B.:

$$\alpha = 180^\circ - (\beta + \gamma).$$



Ein Dreieck kann höchstens einen rechten Winkel haben: „Rechtwinkliges Dreieck“.



Ein Dreieck kann höchstens einen stumpfen Winkel haben: „Stumpfwinkliges Dreieck“.

Einteilung der Dreiecke nach der Größe der Seiten:



Gleichseitige Dreiecke:

Alle 3 Seiten sind gleich lang, die Winkel sind gleich groß (60°).



Gleichschenklige Dreiecke:

2 Seiten sind gleichlang, die beiden Basiswinkel sind gleichgroß.



Ungleichseitige Dreiecke:

Alle 3 Seiten sind verschieden lang, die Innenwinkel sind verschieden groß.

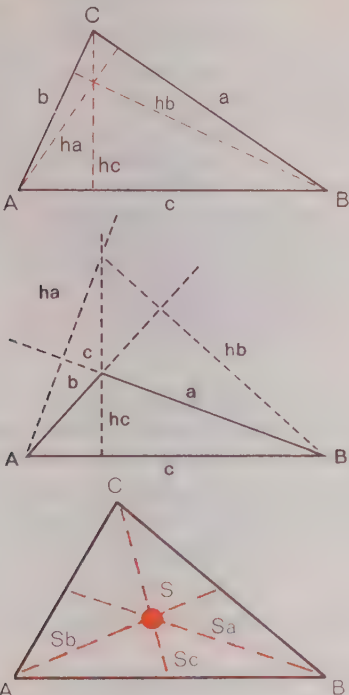
Einteilung der Dreiecke nach der Größe der Winkel:

Spitzwinklige Dreiecke: Kein Winkel ist 90° oder größer. Es können gleichseitige, gleichschenklige oder ungleichseitige Dreiecke sein.

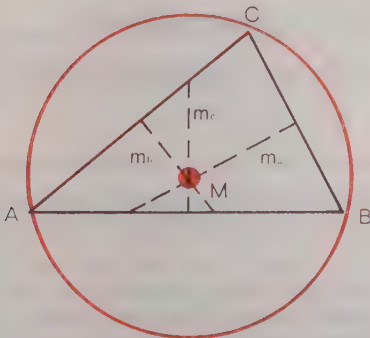
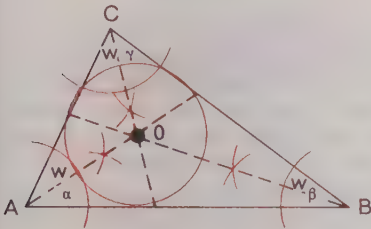
Rechtwinklige Dreiecke: Ein Winkel beträgt 90° . Es können gleichschenklige oder ungleichseitige Dreiecke sein.

Stumpfwinklige Dreiecke: Ein Winkel ist größer als 90° . Es können gleichschenklige oder ungleichseitige Dreiecke sein.

Wichtige Linien im Dreieck sind die:



Der Schwerpunkt teilt die Schwerlinien im Verhältnis 1 : 2.



Alle Linien erhält man durch → Grundkonstruktionen.

Höhen:

Die Höhen stehen senkrecht auf den Seiten und gehen durch die gegenüberliegenden Ecken. (Es sind die Lote von jeder Ecke auf die gegenüberliegende Seite, bzw. deren Verlängerung); sie müssen nicht innerhalb des Dreiecks liegen. (Beim stumpfwinkligen Dreieck z. B. liegen 2 der 3 Höhen außerhalb des Dreiecks!)

Seitenhalbierenden:

Die Seitenhalbierende ist die Verbindung einer Seitenmitte mit der gegenüberliegenden Ecke. Die Seitenhalbierenden schneiden einander im Dreieck in dem Punkt S. Das ist der Schwerpunkt des Dreiecks. Diese Geraden werden deshalb auch Schwerlinien genannt.

Winkelhalbierenden:

Die Winkelhalbierenden gehen von einer Ecke des Dreiecks auf der Halbierungslinie des Winkels zur gegenüberliegenden Seite. Ihr Schnittpunkt O ist der Mittelpunkt des Inkreises dieses Dreiecks.

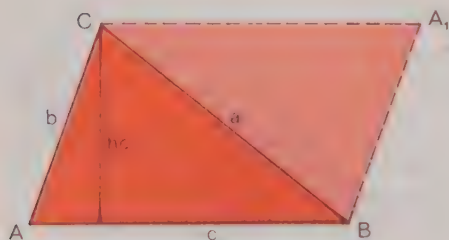
Mittelsenkrechten:

Die Mittelsenkrechten sind die Senkrechten, die auf der Mitte jeder Seite errichtet werden. Sie schneiden einander in dem Punkt M. Der Schnittpunkt kann auch außerhalb des Dreiecks liegen. Es ist der Mittelpunkt des Umkreises. (Der Umkreis geht durch die 3 Ecken des Dreiecks.)

Berechnung von Umfang und Fläche

$$U = a + b + c$$

(Summe der 3 Seiten)



Jedes Dreieck kann als Hälfte eines Parallelogramms verstanden werden.

Die beiden Dreiecke ABC und BA_1C sind gleich, da sie drei gleiche Seiten haben: $\overline{BC} = \overline{BC}$, $\overline{AC} = \overline{BA_1}$ und $\overline{AB} = \overline{CA_1}$. Die Seite c entspricht der Grundlinie des Parallelogramms ABA_1C , die Höhe h_c seiner Höhe h . Die Hälfte der Fläche des Parallelogramms ist die Fläche des Dreiecks ABC .

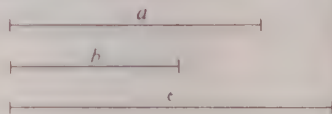
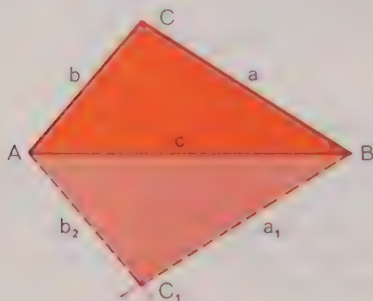
$$F = \frac{g \cdot h}{2}$$

Bei der Berechnung der Fläche eines Dreiecks wird eine Seite des Dreiecks zur Grundlinie (meist die Seite c). Bei der Berechnung des Flächeninhaltes darf nur die zu dieser Grundlinie gehörige Höhe zur Berechnung herangezogen werden (Ist z. B. die Seite a Grundlinie, dann gibt die Hälfte des Produktes aus a und h_a die gesuchte Flächengröße an.)

Konstruktion von Dreiecken

Konstruktionen aus Seiten und Winkeln

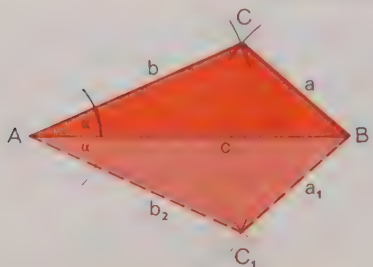
1. Gegeben sind die drei Seiten a , b und c (abgekürzt SSS):



Durch die Seite c sind die beiden Ecken A und B bestimmt. Die Ecke C ist von der Ecke A die Strecke b , von der Ecke B die Strecke a entfernt. Man schlägt also um A einen Kreisbogen mit dem Radius (Zirkelspanne) b und um B einen Kreisbogen mit dem Radius a . Der Schnittpunkt beider Bogen ist die gesuchte Ecke C .

(Es sind zwei Lösungen möglich!)

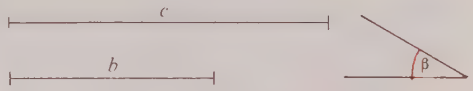
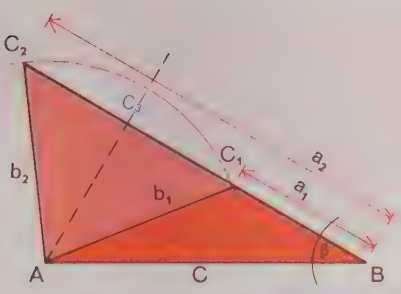
2. Gegeben sind 2 Seiten und der von ihnen eingeschlossene Winkel (abgekürzt: SWS):



Durch die Seite c sind die beiden Ecken A und B bestimmt. Mit dem Scheitel A wird nun der Winkel α angetragen und auf dem freien Schenkel die Strecke b abgetragen. Damit ist die gesuchte Ecke C gefunden. Sie wird noch mit der Ecke B verbunden.

(Auch hier sind zwei Lösungen möglich!)

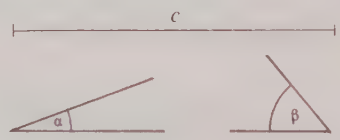
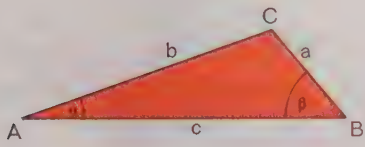
3. Gegeben sind 2 Seiten und der einer dieser Seiten gegenüberliegende Winkel (SSW):



Durch die Seite c sind die beiden Ecken A und B bestimmt. Mit dem Scheitel B wird nun der Winkel β an c angetragen. Die gesuchte Ecke C muß auf dem Schnittpunkt eines Kreisbogens um A mit dem Radius b liegen. Meist werden das 2 Schnittpunkte sein (C_1 und C_2). Die beiden Dreiecke unterscheiden sich durch die Länge der Seite a . (Selbstverständlich sind die spiegelbildlichen Lösungen wie in Beispiel 1 (SSS) und 2 (SWW) auch möglich.

Ist die gegebene Seite b genau so groß wie das Lot von A auf dem freien Schenkel von β , so ergibt sich als einzige Lösung das rechtwinklige Dreieck ABC_3 .
 Ist die gegebene Seite b größer als c , so ergibt sich ebenfalls nur eine Lösung.

4. Gegeben sind eine Seite und die beiden ihr anliegenden Winkel (WSW):



Durch die Seite c sind die beiden Ecken A und B bestimmt. Mit A als Scheitel wird α , mit B als Scheitel β an c angetragen. Der Schnittpunkt der beiden freien Schenkel ist die gesuchte Ecke C .
 (Die spiegelbildliche Lösung ist möglich.)

5. Gegeben sind eine Seite, ein ihr anliegender und der ihr gegenüberliegende Winkel (SWW):
 Diese Aufgabe wird wie 4 (WSW) gelöst: Da die Winkelsumme im Dreieck 180° beträgt, läßt sich die Größe des anderen Winkels α berechnen ($\alpha = 180^\circ - (\beta + \gamma)$).

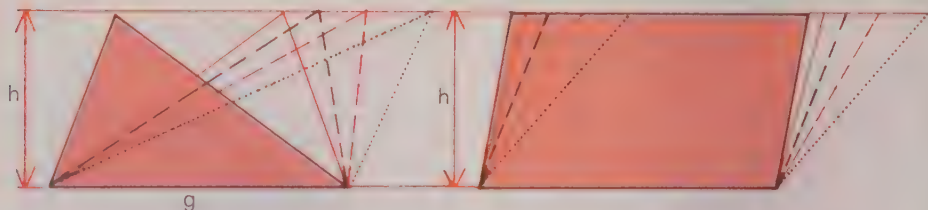
6. Gegeben sind die drei Winkel (WWW):

Diese Aufgabe läßt eine Konstruktion eines genau bestimmten Dreiecks nicht zu. Es sind ja eigentlich auch nur 2 Angaben über das Dreieck gegeben, denn der dritte Winkel ergibt sich, wenn die beiden anderen gegeben sind.

Zur Konstruktion eines Dreiecks müssen drei voneinander unabhängige Stücke gegeben sein. Mindestens eines muß eine Seite sein. Eindeutige Lösungen sind in unseren Fällen 1 (SSS), 2 (SWS), 4 (WSW) und 5 (SWW) möglich, in Fall 3 nur dann, wenn b größer ist als c . Im Fall 6 ist nur die Konstruktion „ähnlicher“ Dreiecke möglich.

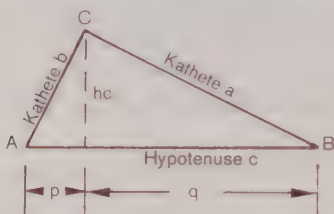
Wichtige Lehrsätze

Dreiecke und Parallelogramme mit gleicher Grundlinie und gleicher Höhe sind flächengleich.



Die Fläche des Parallelogramms ist $F = g \cdot h$. Die Fläche des Dreiecks $\frac{1}{2} \cdot g \cdot h$.

Für jedes rechtwinklige Dreieck gelten folgende Bezeichnungen:



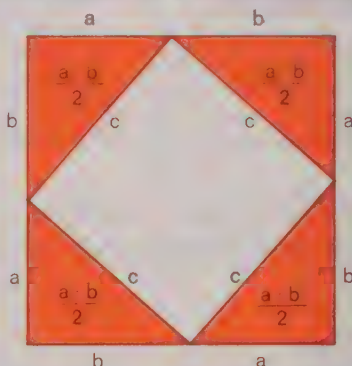
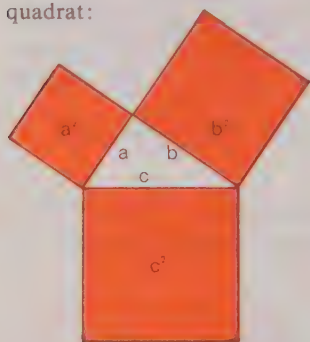
Hypotenuse: Grundlinie im rechtwinkligen Dreieck.

Katheten: Die beiden den rechten Winkel einschließenden Seiten.

Die Höhe auf c teilt die Hypotenuse in die beiden „Hypotenusenabschnitte“ p und q . Diese Abschnitte werden auch „Kathetenprojektionen“ genannt. (p ist die Projektion der Kathete b , q ist die Projektion der Kathete a .)

Der Lehrsatz des Pythagoras (griechischer Mathematiker um 550 v. Chr.)

In jedem rechtwinkligen Dreieck ist die Summe der Kathetenquadrate gleich dem Hypotenusenquadrat:



$$a^2 + b^2 = c^2$$

$$a \cdot a + b \cdot b = c \cdot c$$

Das obenstehende Quadrat besteht aus 4 gleichen rechtwinkligen Dreiecken mit den Seiten a , b , c und einem Quadrat mit der Seite c .

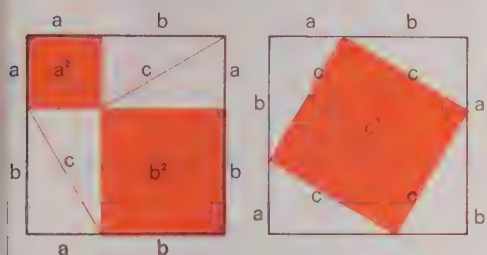
I Das gesamte Quadrat hat die Fläche: $(a + b)^2 = a^2 + b^2 + 2ab$

II Die Fläche der 4 gleichen Dreiecke beträgt $2ab$. (Sie lassen sich zu 2 Rechtecken mit den Seiten a und b zusammensetzen.)

Ziehen wir von der Gesamtfläche $(a^2 + b^2 + 2ab)$ die Fläche der 4 Dreiecke ab $(2ab)$,

so bleibt für das mittlere Quadrat (c^2): $a^2 + b^2 + 2ab - 2ab = a^2 + b^2$. Danach ist $a^2 + b^2 = c^2$.

In den beiden nebeneinanderstehenden Quadraten wird der Beweis noch einmal besonders deutlich:



Beide Quadrate sind gleich groß:

$$(a + b) \cdot (a + b) = a^2 + b^2 + 2ab$$

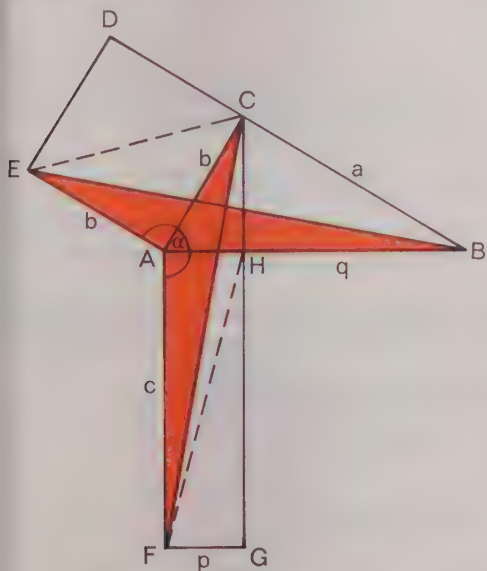
Zieht man von beiden jeweils $2ab$ ab, so bleibt entweder $a^2 + b^2$ oder c^2 .

$$a^2 + b^2 = c^2$$

Auch mit dem folgenden Lehrsatz läßt sich der Satz des Pythagoras leicht beweisen.

Der Lehrsatz des Euklid (griechischer Mathematiker um 300 v. Chr.)

In jedem rechtwinkligen Dreieck ist das Quadrat über einer Kathete gleich dem Rechteck, das aus der Hypotenuse und dem anliegenden Hypotenusenabschnitt (der Projektion dieser Kathete auf die Hypotenuse) gebildet wird:



$$a^2 = c \cdot q \quad \text{bzw.} \quad b^2 = c \cdot p$$

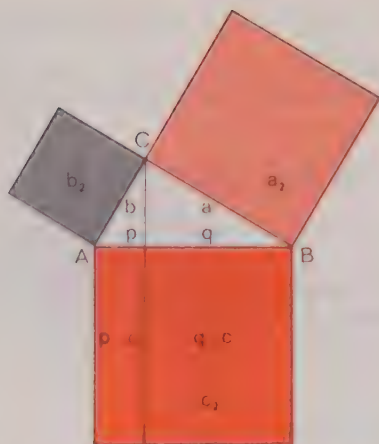
- I Dreieck $EAB =$ Dreieck AFC
(Beide haben die Seiten b und c und den eingeschlossenen Winkel $(\alpha + 90^\circ)$ gemeinsam.) (SW S)
- II Dreieck ACE flächengleich Dreieck EAB
(gleiche Grundlinie (b) und gleiche Höhe (b)).
- III Dreieck AFH flächengleich Dreieck AFC
(gleiche Grundlinie (c) und gleiche Höhe (p)).

$$b^2 = c \cdot p$$

Daraus folgt:

$$F_{\triangle ACE} = F_{\triangle EAB} = F_{\triangle AFC} = F_{\triangle AFH}$$

Wenn aber die Dreiecke EAC und AFH flächengleich sind, dann trifft das auch für Flächen des Quadrates b^2 und das Rechteck $c \cdot p$ zu, da diese beiden Flächen jeweils doppelt so groß sind wie die Dreiecke unserer Beweiskette.



Aus der nebenstehenden Zeichnung ergibt sich der Beweis des pythagoräischen Lehrsatzes mit Hilfe des Kathetensatzes von Euklid.

$$I \quad b^2 = p \cdot c$$

$$c = p + q$$

$$II \quad a^2 = q \cdot c$$

$$I + II \quad a^2 + b^2 = q \cdot c + p \cdot c = c(p + q) = c^2$$

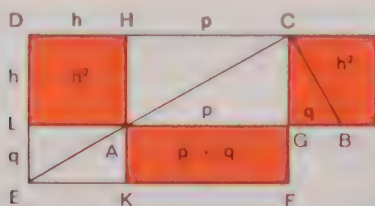
$$a^2 = c^2 - b^2$$

$$b^2 = c^2 - a^2$$

Diese beiden Lehrsätze sind deshalb so wichtig, weil sich mit ihrer Hilfe in jedem rechtwinkligen Dreieck aus zwei bekannten Seiten die dritte Seite berechnen läßt.

Der Höhensatz des Euklid

In jedem rechtwinkligen Dreieck ist das Quadrat der Hypotenusenhöhe gleich dem Rechteck, das aus den beiden Hypotenusenabschnitten besteht:



$$h^2 = p \cdot q$$

h ist die Höhe des Dreiecks ABC , p und q sind die beiden Hypotenusenabschnitte.

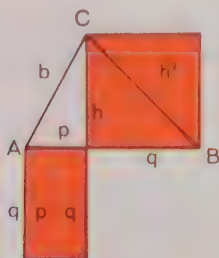
$$I \quad \text{Dreieck } EFC = \text{Dreieck } ECD$$

$$II \quad \text{Dreieck } EKA + \text{Dreieck } AGC = \text{Dreieck } EAL + \text{Dreieck } ACH$$

$$h^2 = p \cdot q$$

Zieht man von den flächengleichen Dreiecken der Gleichung I die Summen der flächengleichen Dreiecke als Gleichung II ab, so ergeben sich als flächengleiche Differenzen das Quadrat h^2 und das Rechteck $p \cdot q$.

Ein weiterer Beweis des Höhensatzes ergibt sich aus folgender Überlegung:



Nach dem Satz des Pythagoras ist

$$I \quad b^2 = h^2 + p^2$$

Nach dem Kathetensatz ist

$$II \quad b^2 = p \cdot (p + q) = p^2 + p \cdot q$$

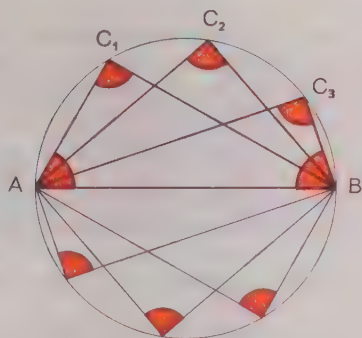
Nach dem Gleichsetzungsverfahren ist

$$h^2 + p^2 = p^2 + p \cdot q$$

$$h^2 = p \cdot q$$

Mit Hilfe der Euklidischen Lehrsätze (Kathetensatz und Höhensatz) lassen sich Rechtecke in flächengleiche Quadrate verwandeln.

Der Halbkreis des Thales (griechischer Mathematiker um 600 v. Chr.)

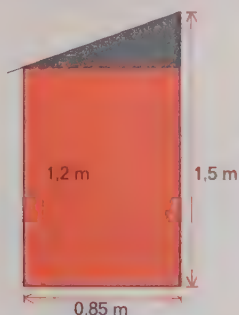


Alle Dreiecke, deren Grundlinie der Durchmesser eines Kreises ist und deren dritte Ecke auf dem Kreisbogen dieses Kreises liegen, sind rechtwinklige Dreiecke.

Jedes Dreieck läßt sich zu einem Rechteck ergänzen. Die Winkel α und β jedes Dreiecks ergänzen einander zu einem Winkel von 90° .

Der Thaleskreis gibt die Lage aller Punkte an, die als Ecken rechtwinkliger Dreiecke mit derselben Hypotenuse in Frage kommen.

Beispiele:



Ein Gerätekasten ist vorn 1,2 m, hinten 1,5 m hoch und 85 cm tief. Der schräg nach vorn abfallende Deckel steht vorn 10 cm über. Wie lang ist der Deckel?

Der Deckel wird als Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks verstanden, dessen Katheten 85 cm und 30 cm lang sind.

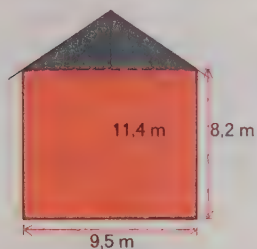
Nach der Formel $c^2 = a^2 + b^2$ ergibt sich die Rechnung

$$c^2 = (85)^2 + (30)^2 = 7225 + 900 = 8125$$

$$c = \sqrt{8125} \approx 90,1$$

Die Hypotenuse des Dreiecks ist also etwa 90,1 cm lang, der Deckel ist rund 1 m lang (er steht ja 10 cm über!).

Die Quadratzahlen und Quadratwurzeln entnehmen wir einer Tabelle!



Die Giebelwand eines Hauses soll verputzt werden. Wie groß ist die Fläche? Die Maße können der nebenstehenden Zeichnung entnommen werden.

Zu verputzen sind ein Rechteck von 9,5 m mal 8,2 m und ein Dreieck mit der Grundlinie 9,5 m und der Höhe von 3,2 m ($11,4 \text{ m} - 8,2 \text{ m}$).

$$F_{\square} = a \cdot b = 9,5 \cdot 8,2 = 77,9$$

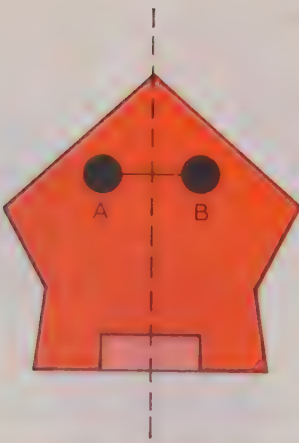
$$F_{\triangle} = \frac{g \cdot h}{2} = \frac{9,5 \cdot 3,2}{2} = 9,5 \cdot 1,6 = 15,2$$

(Man hätte in diesem Fall auch $9,5 \cdot 9,8$ rechnen können.)

Die Addition der beiden Flächen ergibt 93,1. Es sind $93,1 \text{ m}^2$ Putz erforderlich.

Vielecke werden im allgemeinen dadurch berechnet, daß man sie in Dreiecke zerlegt und die Flächen dieser dann zu berechnenden Dreiecke addiert.

Symmetrie



Zwei ebene Figuren sind symmetrisch (spiegelbildlich), wenn man sie durch Umlappen um die „Symmetrieachse“ zur Deckung bringen kann, d. h. die Figur auf der einen Seite der Symmetrieachse ist das Spiegelbild der anderen Seite.

Die Verbindungslinie von 2 symmetrisch gelegenen Punkten steht senkrecht zur Symmetrieachse und wird von dieser halbiert. (In der nebenstehenden Zeichnung z. B. die Punkte A und B.)

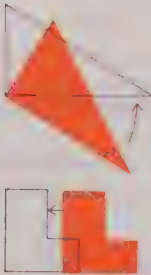
Die Symmetrie ist keine Erfindung des Menschen, sie findet sich häufig in der Natur (Schmetterlinge, Käfer, Blätter usw.).



Eine Figur kann auch mehrere Symmetrieachsen haben.

In der Architektur spielen Symmetrie bzw. bewußte Asymmetrie eine große Rolle.

Kongruenz



Zwei ebene Figuren sind kongruent (deckungsgleich), wenn man sie durch Drehen, Verschieben oder Klappen zur Deckung bringen kann.

Die nebenstehenden Figuren sind kongruent, kongruente Figuren müssen aber nicht symmetrisch sein.

Das Zeichen für „kongruent“ ist $\cong$.

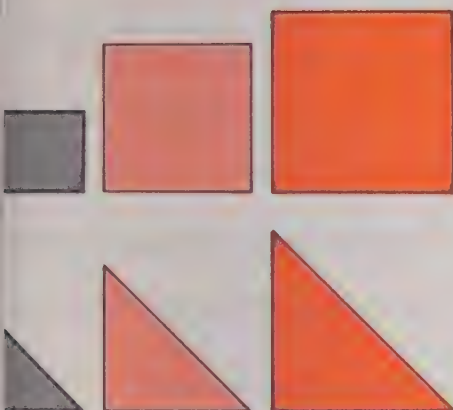
Dreiecke sind kongruent, wenn sie

1. in 2 Seiten und dem von diesen Seiten eingeschlossenen Winkel übereinstimmen,
2. in einer Seite und den beiden dieser Seite anliegenden Winkeln übereinstimmen,
3. in allen drei Seiten übereinstimmen,
4. in 2 Seiten und dem der größeren dieser Seiten gegenüberliegenden Winkel übereinstimmen.

Bei kongruenten Figuren sind alle entsprechenden Punkte, Winkel, Strecken, Flächen usw. gleich.

Kreise mit gleichem Radius sind kongruent.

Ähnlichkeit

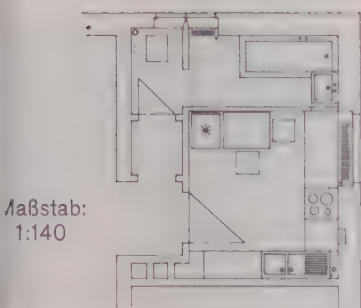


Zwei ebene Figuren nennt man „ähnlich“, wenn sie in den entsprechenden Winkeln übereinstimmen. Die Verhältnisse entsprechender Seiten sind dabei gleich. Alle Quadrate z. B. sind ähnlich.

Dreiecke mit gleichen Winkeln sind ähnlich.

Ähnliche Figuren haben also dieselbe Form, aber in verschiedenen Größen. Der „Maßstab“ gibt dabei die Zahl an, die das Verhältnis einer Figur oder Abbildung zu ihrer Vergrößerung oder Verkleinerung bestimmt. Das Zeichen für „ähnlich“ ist $\sim$.

Maßstäbliche Darstellung



Bei der Herstellung von Plänen, Karten und anderen Darstellungen ergibt sich oft die Notwendigkeit, die wirklichen Abmessungen *verkleinert* wiederzugeben. Solche Pläne sind in Handwerk und Industrie sehr häufig. Sollen mikroskopisch kleine Teile dargestellt werden, so ergibt sich der Zwang zur *vergrößerten* Darstellung.

Eine Darstellung in natürlicher Größe ist möglich, wenn die Darstellungsfläche (z. B. ein Papierbogen) ausreicht.

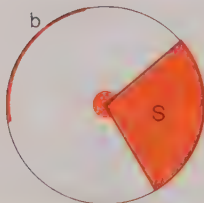
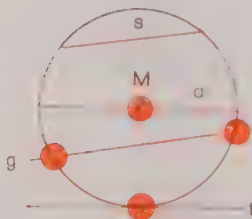
Vergrößerung und Verkleinerung erfolgen immer in einem bestimmten „Verhältnis“. Dieses Verhältnis wird bei „maßstabgerechter“ Zeichnung angegeben.

Der Maßstab gibt immer das Verhältnis der dargestellten Länge zur wirklichen Länge an. Die Maßeinheiten müssen für beide Angaben gleich sein.

Maßstab 50 : 1	50 cm auf der Zeichnung entsprechen 1 cm in der Wirklichkeit.
Maßstab 2 : 1	Alle Längen auf der Zeichnung sind doppelt so groß wie in der Wirklichkeit.
Maßstab 1 : 1	Alle Längen auf der Zeichnung stimmen mit der Wirklichkeit überein.
Maßstab 1 : 10	Die wirklichen Abmessungen sind 10mal so groß wie die dargestellten.
Maßstab 1 : 20 000	Einer Länge von 1 cm auf der Karte entsprechen 20 000 cm (200 m) in der Wirklichkeit.
Maßstab 1 : 5 000 000	1 cm auf der Karte entspricht 5 000 000 cm (50 km) in der Wirklichkeit.
Maßstab 2 : 3	Hier entsprechen 2 cm auf der Zeichnung 3 cm in der Wirklichkeit.

1. Beispiel: In einer Zeichnung ist ein Gebäude 8,6 cm lang. Als Maßstab ist 1 : 400 angegeben. Das Gebäude ist in Wirklichkeit $400 \cdot 8,6 \text{ cm lang}$, $8,6 \text{ cm} : 400 = 3440,0 \text{ cm} = 34,4 \text{ m}$.
2. Beispiel: Das Zahnrad eines Uhrwerks hat einen Durchmesser von 4 mm. Es wird im Maßstab 5 : 1 abgebildet. In der Zeichnung hat das Zahnrad einen Durchmesser von $5 \cdot 4 \text{ mm} = 20 \text{ mm}$ (vergrößerte Darstellung!).
3. Beispiel: Auf einer Straßenkarte (Maßstab 1 : 200 000) wird die direkte Entfernung zwischen zwei Orten mit 8,6 cm gemessen. In Wirklichkeit beträgt die Entfernung dieser beiden Orte in der Luftlinie $200\,000 \cdot 8,6 \text{ cm} = 1\,720\,000,0 \text{ cm} = 17,2 \text{ km}$.
4. Beispiel: Ein Funkturm von 52 m Höhe wird im Maßstab 1 : 500 abgebildet. Auf der Abbildung ist er $5200 \text{ cm} : 500 = 10,4 \text{ cm}$ hoch.

Der Kreis



Der Kreis ist eine in sich geschlossene Linie. Er ist der „geometrische Ort“ aller Punkte, die von einem festen Punkt (M) die gleiche Entfernung (r) haben, d. h. alle Punkte auf der Kreislinie sind gleichweit von dem Mittelpunkt entfernt. Die Länge der Kreislinie (Peripherie) ist der Umfang des Kreises, die Kreisfläche wird von der Kreislinie begrenzt.

Wir unterscheiden folgende wichtige Linien und Flächen in der Lehre vom Kreis:

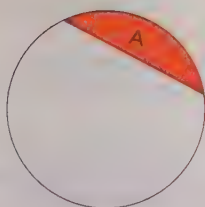
Der *Radius* (r) ist die Verbindungsstrecke des Mittelpunktes mit einem Punkt auf der Kreislinie.

Der *Durchmesser* (d) ist die gerade Verbindung zweier Kreispunkte über den Mittelpunkt.

$$d = 2r$$

Die *Sehne* (s) ist die gerade Verbindung zweier Kreispunkte (d ist die größte Sehne eines Kreises).

Die *Sekante* (g) ist eine Gerade, die den Kreis in 2 Punkten schneidet.



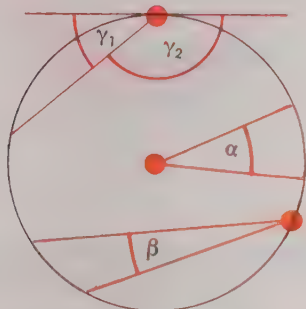
Die *Tangente* (t) ist eine Gerade, die den Kreis in einem (einzigem) Punkt berührt.

Der *Bogen* (b) ist ein Teil der Kreislinie.

Ein *Sektor* (S) ist ein Teil der Kreisfläche; er wird von 2 Radien und einem Bogen begrenzt.

Ein *Segment* (A) ist ein Teil der Kreisfläche, er wird von einer Sehne und einem Bogen begrenzt.

an oder an einem Kreis unterscheiden wir folgende wichtige Winkel:



den *Mittelpunktswinkel* (α), auch Zentriwinkel: Sein Scheitel ist der Mittelpunkt, seine Schenkel sind Radien;

den *Umfangswinkel* (β), auch Peripheriewinkel (Randwinkel): Sein Scheitel ist ein Kreispunkt, seine Schenkel sind Sehnen;

den *Sehntangentenwinkel* (γ): Sein Scheitel ist ein Kreispunkt, der eine Schenkel ist eine Sehne, der andere eine Tangente.

Der Umfang des Kreises läßt sich nicht messen wie gerade Strecken. Mit Hilfe eines Fadens ist nur eine ungenaue Messung möglich. Das Verhältnis vom Umfang zum Durchmesser ist bei allen Kreisen dasselbe (je größer der Umfang, desto größer der Durchmesser).

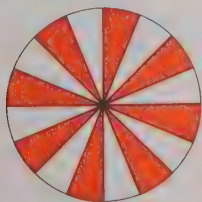
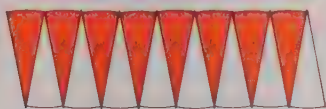
Die Verhältniszahl bezeichnen wir mit dem kleinen griechischen Buchstaben π (gelesen pi). Bereits Archimedes (griechischer Mathematiker etwa 250 v. Chr.) ermittelte diese Verhältniszahl mit $\frac{1}{7}$. Wir rechnen meist mit 3,14 ($\pi \approx 3,1416$). (Ein Elektronenrechner hat 1958 den Wert von

auf 10000 Dezimalstellen berechnet.)

Der Umfang jedes Kreises ist 3,14 (π) mal so groß wie sein Durchmesser.

$$U = \pi \cdot d = \pi \cdot 2r = 2\pi r$$

Berechnung der Kreisfläche



Teilt man einen Kreis in eine gerade Anzahl von Sektoren ein, so kann man diese Sektoren in einer Figur anordnen, die einem Parallelogramm angenähert ist.

Die Grundlinie dieses Parallelogramms entspräche etwa der Hälfte des Umfangs

$$\left(\frac{2\pi r}{2} = \pi r \right),$$

seine Höhe entspräche dem Radius (r).

(Je größer die Zahl der Sektoren ist, desto mehr nähern sich die aneinandergesetzten Bogen einer Geraden!)

Daraus ergibt sich für die Fläche eines Kreises

$$F = \pi r \cdot r = \pi r^2$$

(wenn wir πr als Grundlinie und r als Höhe des gedachten Parallelogramms annehmen.)

Die Berechnung von „Bogenlängen“, der Fläche von „Sektoren“ und „Segmenten“ und die Berechnung von „Kreisingen“ beruhen auf einer Schlußrechnung: Der volle Mittelpunktswinkel entspricht 360° . Zu diesem Mittelpunktswinkel gehört der ganze Kreisumfang. Daraus ergibt sich folgender Schluß:

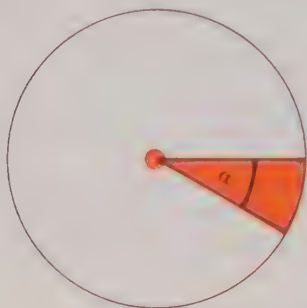
$$360^\circ \cong 2 \pi r$$

$$1^\circ \cong \frac{2 \pi r}{360} = \frac{\pi r}{180} = 0,01745 \cdot r$$

Die Bogenlänge (b), die dem Mittelpunktswinkel α entspricht, ist also:

$$\frac{\pi \cdot r}{180} \cdot \alpha = 0,01745 \cdot r \cdot \alpha = b$$

Die Fläche eines Sektors (Kreisausschnitt)



Die Kreisfläche verhält sich zu einem Sektor wie 360° zu α (α = Mittelpunktswinkel).

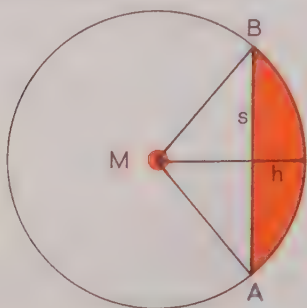
$$F_{\text{Sektor}} = \frac{\pi r^2}{360} \cdot \alpha = \frac{\pi \cdot r \cdot \alpha}{180} \cdot \frac{r}{2}$$

Setzen wir für $\frac{\pi \cdot r \cdot \alpha}{180}$ den Wert b ein, so ergibt sich:

$$F_{\text{Sektor}} = \frac{b \cdot r}{2}$$

Vergleichen wir diese Formel mit der Formel zur Berechnung des Flächeninhaltes des Dreiecks, dann entspricht r der Grundlinie und b etwa der Höhe!

Die Fläche eines Segmentes (Kreisabschnitt)

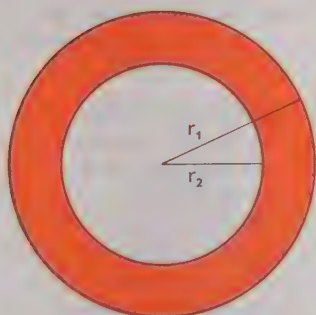


Die Fläche eines Segmentes wird berechnet, indem man von der Fläche des Sektors, der durch MA , AB und MB begrenzt ist, die Fläche des Dreiecks ABM abzieht.

$$F_{\text{Sektor}} = \frac{b \cdot r}{2} \quad F_{\Delta} = \frac{s \cdot (r - h)}{2}$$

$$F_{\text{Segment}} = \frac{b \cdot r}{2} - \frac{s \cdot (r - h)}{2} = \frac{b \cdot r - s(r - h)}{2}$$

Die Fläche eines Kreisringes



Die Fläche, die durch zwei konzentrische Kreise (Kreise mit dem gleichen Mittelpunkt) begrenzt wird, nennen wir einen Kreisring. Diese Fläche läßt sich dadurch berechnen, daß man von der Fläche des größeren Kreises (mit dem Radius r_1) die Fläche des kleineren Kreises (mit dem Radius r_2) subtrahiert.

$$F = \pi r_1^2 - \pi r_2^2 = \pi (r_1^2 - r_2^2)$$

1. Beispiel:

Das kreisrunde Becken eines Springbrunnens hat einen Umfang von 29,83 m. Das Becken wird von einem 1,25 m breiten Blumenbeet umgeben. Dieses Beet soll mit Stiefmütterchen bepflanzt werden. Auf einen Quadratmeter rechnet man 45 Pflanzen.

1. Aus dem Umfang des Beckens läßt sich der Radius errechnen:

$$U = 2\pi r; \quad r = \frac{U}{2\pi} = \frac{29,83}{6,28} = 4,75$$

Das Becken hat demnach einen Radius von 4,75 m.

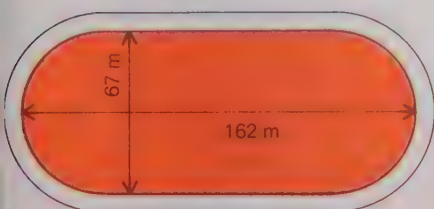
2. Das ringförmige Blumenbeet hat einen inneren Radius von 4,75 m, der äußere Durchmesser ist um 1,25 m größer, also 6 m.

Die Fläche des Kreisringes berechnen wir nach der Formel

$$\begin{aligned} F &= \pi \cdot (r_1^2 - r_2^2) = \pi \cdot (6,00^2 - 4,75^2) = \\ &= (36 - 22,5625) \cdot \pi \\ F &\approx 13,44 \cdot 3,14 = 42,2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3. Das Beet hat eine Fläche von etwa 42,2 m². Es werden demnach $42,2 \cdot 45 = 1899$ Pflanzen gebraucht.

*



1. Die Laufbahn besteht aus den beiden halben Kreisringen und den dazwischen liegenden Rechtecken. Der Radius der Kreise beträgt $67 \text{ m} : 2 = 33,5 \text{ m}$ innen und $33,5 \text{ m} + 7,5 \text{ m} = 41 \text{ m}$ außen. Die Fläche des Kreisringes ist

$$\begin{aligned} F_{\odot} &= \pi (41^2 - 33,5^2) = \\ &= \pi \cdot (1681 - 1122,25) = 1754,475 \end{aligned}$$

2. Beispiel:

Die Laufbahn eines Sportplatzes soll mit einem Tartanbelag versehen werden. Die Laufbahn hat die nebenstehende Form. Die größten Ausmaße der Innenfläche sind 162 m in der Länge und 67 m in der Breite. Die Laufbahn ist 7,5 m breit.

2. Die Länge der Geraden beträgt

$$162 \text{ m} - 67 \text{ m} = 95 \text{ m.}$$

Die Fläche der beiden Rechtecke

$$F_{\square} = 2 \cdot 7,5 \cdot 95 = 1425$$

3. Die Gesamtfläche der Laufbahn

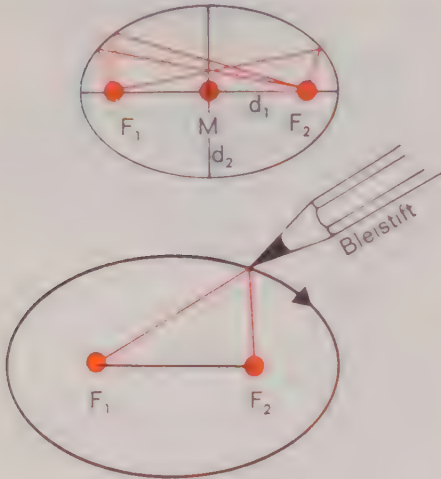
$$F_{\odot} + F_{\square} = 1754,475 + 1425$$

Es werden etwa 3180 m² Tartan gebraucht.

Die Ellipse

Die Ellipse ist eine in sich geschlossene Linie. Sie ist der geometrische Ort aller Punkte, für die die Summe der Abstände von 2 Punkten (Brennpunkten) F_1, F_2 gleich ist, d. h. die Summe der beiden Abstände von den beiden Brennpunkten ist für jeden Punkt der Ellipse gleich.

Die Ellipse hat zwei Durchmesser (d_1 und d_2), sie stehen senkrecht zueinander und schneiden einander im Mittelpunkt M . Die beiden Brennpunkte liegen auf dem längeren Durchmesser der Ellipse und sind gleichweit von M entfernt.



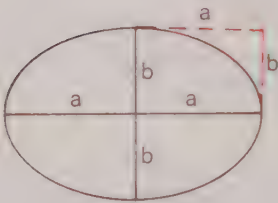
Zur „Fadenkonstruktion“ einer Ellipse steckt man in die beiden Brennpunkte F_1 und F_2 je eine Stecknadel. Um diese beiden Nadeln legt man eine Fadenschlinge. Mit einer Bleistiftspitze zieht man den Faden straff und fährt dann langsam um die beiden Brennpunkte.

Bei der Berechnung des Umfanges der Ellipse bekommt man ein recht genaues Ergebnis, wenn man mit dem Mittelwert der beiden Durchmesser rechnet. Bezeichnen wir die Hälfte des größeren Durchmessers mit a und die Hälfte des kleineren Durchmessers mit b , so ergibt sich

$$U \approx \pi \cdot (d_1 + d_2) \quad (\text{Kreisumfang} = \pi \cdot (r + r))$$

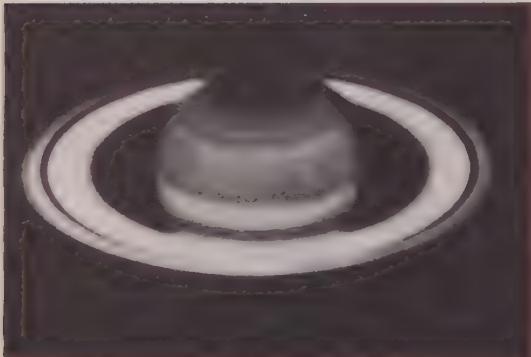
Der Flächeninhalt der Ellipse

$$F = a \cdot b \cdot \pi \quad (\text{Kreisfläche} = \pi \cdot r \cdot r)$$

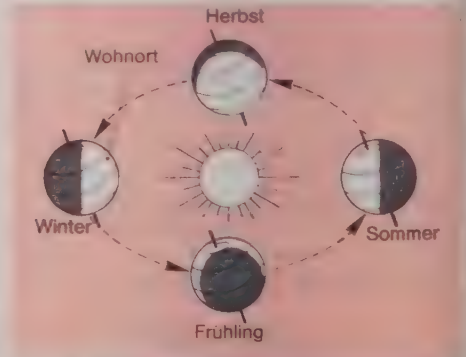


Die Ellipse begegnet uns im täglichen Leben: Schneidet man z. B. eine Wurst mit kreisförmigem Querschnitt schräg durch, so ist die Schnittfläche eine Ellipse (Oval).

Von besonderer Bedeutung sind Ellipsen für die Astronomie und die Raumfahrt. Die Bahn der Erde um die Sonne ist elliptisch. (Die Erde braucht zur Beschreibung dieser Ellipse etwa $365\frac{1}{4}$ Tage.)



Der Saturnring erscheint uns als Ellipse



Die elliptische Bahn der Erde

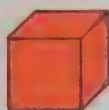
KÖRPERBERECHNUNG (STEREOMETRIE)

Die Größe eines Körpers, sein „Rauminhalt“ (Volumen), wird dadurch festgestellt, daß sie mit einer festgelegten Raumeinheit gemessen wird, d. h. man stellt fest, wie oft dieses Einheitsmaß in dem zu messenden Raum enthalten ist.

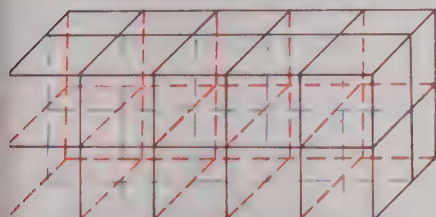
Als Maßeinheit dient ein Würfel mit der Kantenlänge 1 m. Wir bezeichnen dieses Maß als Kubikmeter (m^3).

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3 = 1\,000\,000 \text{ cm}^3$$

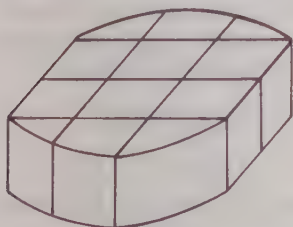
$$1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3 = 1\,000\,000 \text{ mm}^3 \quad 1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ Liter (l)}$$



Jede Kante dieses Würfels ist 1 cm lang. Er ist 1 cm^3 . Das ist eine unserer Maßeinheiten.

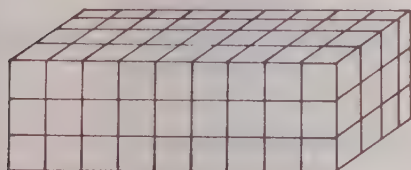


Der Rauminhalt dieses Körpers beträgt 20 cm^3 , d. h. unsere Maßeinheit ist in diesem Körper 20mal enthalten.



Der Rauminhalt dieses Körpers beträgt etwa 9 cm^3 . Ein „Einpassen“ unserer „Einheitswürfel“ ist hier nicht mehr möglich.

Der Rauminhalt von Körpern wird nicht gemessen, sondern berechnet.



Dieser Körper ist 9 cm lang, 4 cm breit und 3 cm hoch. (Abb. im Maßstab 1 : 2). Sein Rauminhalt läßt sich folgendermaßen errechnen:

Wenn wir diesen Körper in kleine Würfel mit der Kantenlänge 1 cm auseinanderschneiden, so erhalten wir in der untersten Schicht 9 Reihen mit je 4 Würfeln (bzw. 4 Reihen mit je 9 Würfeln), insgesamt also 36 Würfel. Darüber liegen noch zwei weitere gleiche Schichten. Insgesamt sind es so $3 \cdot 36 = 108$ Würfel. Der Rauminhalt dieses Körpers beträgt folglich 108 cm^3 .

Man errechnet den Rauminhalt eines Körpers, indem man seine Länge, seine Breite und seine Höhe miteinander multipliziert.

$$\text{Länge mal Breite mal Höhe } (9 \cdot 4 \cdot 3) = \text{Rauminhalt } (108 \text{ cm}^3).$$

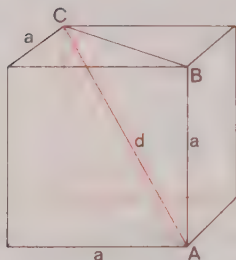
Da Länge mal Breite die Größe der „Grundfläche (G)“ ergeben, könnte man auch sagen:

$$\text{Rauminhalt } (V) = \text{Grundfläche } (G) \cdot \text{Höhe } (h).$$

In unserem Beispiel beträgt die Grundfläche 36 cm^2 . $36 \cdot 3 = 108$. Das Volumen beträgt 108 cm^3 .

Wie bei der Flächenberechnung ist auch bei der Körperberechnung darauf zu achten, daß in einer Rechnung nur gleiche Maßeinheiten benutzt werden.

Der Würfel



Der Würfel ist ein Körper, der von 6 kongruenten Quadraten begrenzt wird. Er hat 12 gleich-lange Kanten, von denen sich jeweils 3 in 8 Ecken treffen. Alle Flächen und Kanten stehen im rechten Winkel zu jeder Nachbarfläche bzw. Nachbarkante.

Der Würfel gehört zu den regelmäßigen Körpern. Ein „regelmäßiger Körper“ wird von lauter gleichen Flächen begrenzt.

Die Verbindungslinie zweier Ecken, die nicht in der gleichen Ebene liegen, ist die „Raumdiagonale“ d . (Werden gegenüberliegende Ecken in der gleichen Ebene verbunden, so erhalten wir die Diagonale einer Fläche!)

Die „Oberfläche“ O eines Körpers ist die Summe aller Flächen, die ihn begrenzen.

Die Oberfläche des Würfels:

$$O = a \cdot a \cdot 6 = 6a^2$$

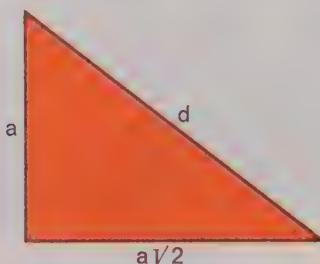
(Sechsmal die Fläche des Quadrates, das ihn begrenzt)

Der Rauminhalt des Würfels:

$$V = a \cdot a \cdot a = a^3$$

(Länge mal Breite mal Höhe bzw. Grundfläche (a^2) mal Höhe (a))

Die Raumdiagonale des Würfels läßt sich mit Hilfe des „Pythagoras“ ermitteln:



Die Flächendiagonale f ist die Hypotenuse eines Dreiecks mit den Seiten a :

$$f^2 = a^2 + a^2 = 2a^2$$

$$\sqrt{f^2} = \sqrt{2a^2}$$

$$f = a\sqrt{2}$$

Die Raumdiagonale ist die Hypotenuse eines Dreiecks, dessen eine Kathete die Flächendiagonale und dessen andere Kathete die Kante a ist:

$$\begin{aligned} d^2 &= a^2 + (a\sqrt{2})^2 = a^2 + 2a^2 = 3a^2 \\ \sqrt{d} &= \sqrt{3a^2} \\ d &= a\sqrt{3} \end{aligned}$$

Die 4 Raumdiagonalen schneiden einander im Schwerpunkt des Würfels.

1. Beispiel:

Welches Gewicht hat ein Korkwürfel mit 20 cm Kantenlänge?

$$V = a^3 = 20^3 = 8000$$

Der Würfel hat einen Rauminhalt von 8000 cm^3 . 1 cm^3 Kork wiegt 0,24 g (s. spezifisches Gewicht oder Dichte).

Der Würfel wiegt $8000 \cdot 0,24 \text{ g} = 1920 \text{ g} = 1,92 \text{ kg}$.

2. Beispiel:

Welche Kantenlänge hat ein Würfel aus Feingold, dessen Gewicht 520 g beträgt?

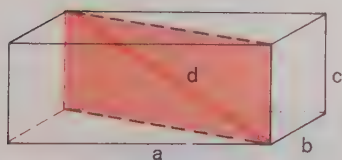
1 cm^3 Gold wiegt 19,3 g.

520 g entsprechen demnach $520 : 19,3 = 26,94 \approx 27 \text{ cm}^3$.

$$\sqrt[3]{27} = 3$$

Der Würfel hat eine Kantenlänge von knapp 3 cm.

Der Quader



Der Quader ist ein Körper, der von 6 Rechtecken begrenzt wird. Die gegenüberliegenden Flächen sind kongruent und parallel. Von den 12 Kanten sind je 4 gleichlang. Die Kanten bilden in den 8 Ecken paarweise rechte Winkel miteinander. Die 4 Raumdiagonalen schneiden einander im Schwerpunkt (Mittelpunkt) des Quaders.

Der Würfel ist ein Sonderfall des Quaders.

Die Oberfläche des Quaders:

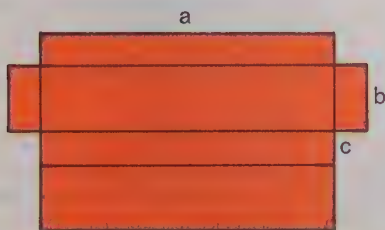
$$\begin{aligned} O &= 2 \cdot a \cdot b + 2a \cdot c + 2b \cdot c = \\ &= 2(a \cdot b + ac + bc) \end{aligned}$$

Der Rauminhalt des Quaders:

$$V = a \cdot b \cdot c$$

Die Raumdiagonale des Quaders wird ebenso berechnet wie die des Würfels:

$$d = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$$



1. Beispiel:

Gerda hat einen rechteckigen Buntpapierrest, der 15 cm lang und 4 cm breit ist. Sie will damit eine Streichholzschachtel bekleben, die 5,2 cm lang, 3,6 cm breit und 1,2 cm hoch ist.

I. Fläche des Buntpapiers: $15 \cdot 4 \text{ cm}^2 = 60 \text{ cm}^2$.

II. Oberfläche der Zündholzschachtel:

$$O = 2(ab + ac + bc)$$

$$2(5,2 \cdot 3,6 + 5,2 \cdot 1,2 + 3,6 \cdot 1,2) = 2(29,28) = 58,56$$

Die Schachtel hat eine Oberfläche von 58,56 cm².

Die Rechnung beweist, daß das Papier ausreicht. In Wirklichkeit wird Gerda aber sehr vielschnipseln und stückeln müssen, um ihr Vorhaben tatsächlich auszuführen.

2. Beispiel:

Ein Schwimmbecken ist 30 m lang und 12 m breit, die Tiefe beträgt 2,4 m. Das Becken soll bis auf 20 cm unter dem Rand gefüllt werden. Wie lange dauert die Füllung, wenn in einer Sekunde 20 l Wasser einlaufen?

I. Rauminhalt des Beckens: $V = abc$. $V = 30 \cdot 12 \cdot 2,4$ (das Wasser reicht nicht bis zum Rand!) = 864. Es müssen 864 m³ Wasser eingefüllt werden.

II. $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ l}$; $864 \text{ m}^3 = 864000 \text{ l}$. 864000 l gem. mit 20 l (864000 : 20) ist 43200mal. Es dauert 43200 sec, bis das Becken gefüllt ist.
 $43200 \text{ sec} = 720 \text{ min} = 12 \text{ Stunden}$.

Das Becken ist nach 12 Stunden bis 20 cm unter den Rand gefüllt.

3. Beispiel:

Was wiegen 15 Ziegelsteine (Dichte 1,8), wenn jeder Stein 24 cm lang, 12 cm breit und 6 cm hoch ist?

I. $24 \cdot 12 \cdot 6 = 1728$ $V \text{ eines Steins} = 1728 \text{ cm}^3$.

II. $1728 \cdot 1,8 = 3110,4$ Ein Stein wiegt 3110,4 g = 3,110 kg.

III. $3,110 \text{ kg} \cdot 15 = 46,65 \text{ kg}$ Die 15 Steine wiegen etwa 46,65 kg.

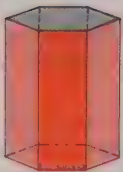
Die Säulen (gerade Prismen)

Eine Säule wird von zwei kongruenten, parallel laufenden Vielecken als Grund- und Deckfläche und von Rechtecken als Seitenflächen begrenzt. Die Gesamtfläche aller Seitenflächen nennt man Mantel. Der Mantel steht auf der Grund- und Deckfläche senkrecht.



Ist die Grund- und Deckfläche ein regelmäßiges n -Eck (Quadrat, gleichseitiges Dreieck, regelmäßiges Sechseck usw.), so bezeichnet man diese Säule als „regelmäßig“. Der Quader ist ein Sonderfall des Prismas.

Der Abstand der Deckfläche von der Grundfläche des Prismas ist die Körperhöhe (k). Prismen mit gleicher Grundfläche und gleicher Höhe sind inhaltsgleich.



Die Oberfläche der Säule besteht aus der Grundfläche (G), der Deckfläche (die gleich der Grundfläche ist) und dem Mantel (den Flächen aller Seiten).

Der Mantel (M) entspricht einem Rechteck, dessen eine Seite dem Umfang der Grundfläche (U), dessen andere Seite der Höhe (k) entspricht.

$$M = U \cdot k$$

Die Oberfläche einer Säule:

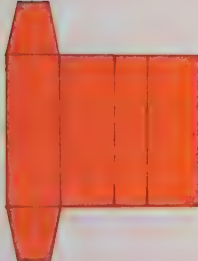
$$O = M + 2G$$

(Mantel und doppelte Grundfläche)

Der Rauminhalt der Säule:

$$V = G \cdot k$$

(Grundfläche mal Höhe).



Beispiel:

in Damm mit einer Sohlenbreite von 12 m und einer Kronenbreite von 8 m soll aufgeschüttet werden. Seine Höhe soll 2,20 m betragen. Er wird zunächst auf einer Länge von 2,1 km fertiggestellt. Wieviel Material muß angefahren werden?

Der Damm kann als Prisma mit trapezförmiger Grundfläche aufgefaßt werden.

Die Grundfläche des Prismas ist dann

$$G = m \cdot h$$

$$m = (8 \text{ m} + 12 \text{ m}) : 2 = 10 \text{ m}$$

$$G = 10 \cdot 2,2 \text{ m}^2 = 22 \text{ m}^2$$

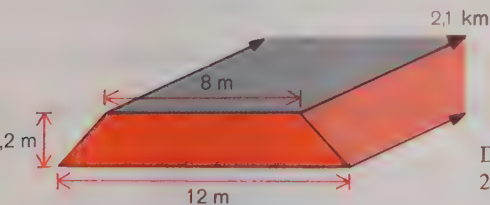
Die Grundfläche (G) unseres Prismas beträgt 22 m^2 .

$$V = G \cdot k = 22 \cdot 2100 \text{ m}^3$$

(2,1 km = 2100 m! Gleiche Maßeinheit!)

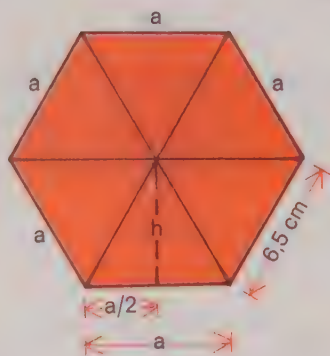
Es müssen demnach 46200 m^3 Material angefahren werden.

Wenn ein LKW ca. 5 m^3 ($\approx 7-8 \text{ t}$) anfahren kann, bedeutet das (46200 m^3 gemessen mit 5 m^3) 240 LKW-Fahrten.



2. Beispiel:

Eine Kaffeedose hat als Grundfläche ein regelmäßiges Sechseck, dessen Seitenlänge 6,5 cm trägt. Die Dose ist 14 cm hoch. Wie groß sind Oberfläche und Rauminhalt dieser Dose?



Die Grundfläche besteht aus 6 gleichseitigen Dreiecken. Die Höhe h eines Teildreiecks lässt sich nach dem Lehrsatz des Pythagoras berechnen:

$$h^2 = a^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2 = a^2 - \frac{a^2}{4} = \frac{3}{4} a^2$$

$$h = \sqrt{\frac{3}{4} a^2} = \frac{a}{2} \sqrt{3}$$

$$h = \frac{6,5}{2} \sqrt{3} = 3,25 \cdot 1,7321 \approx 5,63$$

$$F_{\Delta} = \frac{g \cdot h}{2}; \quad \frac{6,5 \cdot 5,63}{2} \approx 18,3$$

$$G = 6 \cdot 18,3 = 109,8$$

Die Grundfläche des Prismas beträgt 109,8 cm².

Der Umfang der Grundfläche ist $6 \cdot 6,5 \text{ cm} = 39 \text{ cm}$.

$$M = U \cdot k; \quad M = 39 \cdot 14 \text{ cm}^2 = 546 \text{ cm}^2$$

$$O = M + 2 G; \quad O = 546 \text{ cm}^2 + 2 \cdot 109,8 \text{ cm}^2 = 765,6 \text{ cm}^2.$$

$$V = G \cdot k; \quad V = 109,8 \cdot 14 \text{ cm}^3 = 1537,2 \text{ cm}^3.$$

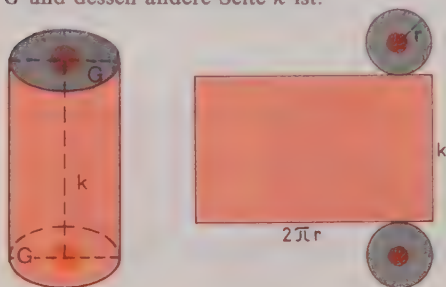
Die Dose hat eine Oberfläche von etwa 766 cm², ihr Rauminhalt beträgt ca. 1537 cm³.

Die Rundsäule (Zylinder)

Der Zylinder ist ein Körper, der durch zwei gleiche, parallelliegende Kreisflächen und den Mantel begrenzt wird. Der Mantel steht senkrecht auf der Grund- und Deckfläche. Die Verbindungslinie der Kreismittelpunkte nennt man „Achse“ des Zylinders. Der Abstand der parallelen Kreisflächen ist die Höhe (k).

Bei hohlen Rundsäulen (z. B. bei Rohren) ist der Durchmesser ($\varnothing$) des Hohlraumes die „innere Weite“.

Der Mantel einer Rundsäule entspricht einem Rechteck, dessen eine Seite der Umfang G und dessen andere Seite k ist.



Die Oberfläche des Zylinders:

$$O = 2 G + M = 2 \cdot \pi r^2 + 2 \pi r \cdot k = 2 \pi r(r + k) = \pi \cdot d(r + k)$$

Der Rauminhalt des Zylinders:

$$V = G \cdot k = \pi r^2 k$$

(Grundfläche mal Höhe)

ispiel 1:

ne Konservendose aus Weißblech hat einen Durchmesser von 12 cm. Sie ist 9 cm hoch. Wie
 groß ist ihr Rauminhalt?

$$r = 6 \text{ cm} \quad k = 9 \text{ cm}$$

$$V = \pi r^2 k; \quad V = 3,14 \cdot 36 \cdot 9 = 1017,36$$

er Rauminhalt dieser Dose beträgt $1017,36 \text{ cm}^3$ (etwas über 1 l).

ispiel 2:

ie hoch müßte eine Dose gleichen Volumens sein, wenn der Durchmesser 6 cm größer wäre?

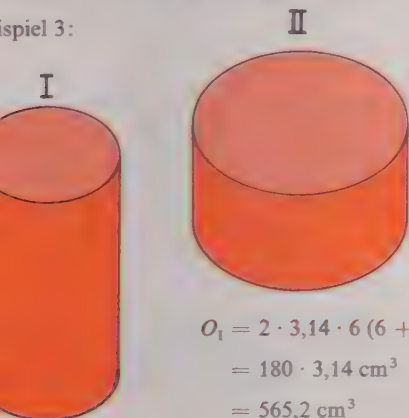
$$V = 1017,36 \text{ cm}^3 \quad r = 9 \text{ cm}$$

$$V = \pi r^2 \cdot k$$

$$k = \frac{V}{\pi r^2}; \quad k = \frac{1017,36}{3,14 \cdot 81} = 4$$

ese Dose hat bei einer Höhe von 4 cm den gleichen Rauminhalt.

ispiel 3:



Ist der Blechverbrauch bei beiden Dosen
 gleich?

$$\text{Dose I: } r = 6 \text{ cm}, k = 9 \text{ cm}$$

$$\text{Dose II: } r = 9 \text{ cm}, k = 4 \text{ cm}$$

$$O = 2 \pi r(r + k)$$

$$O_I = 2 \cdot 3,14 \cdot 6 (6 + 9) \text{ cm}^3$$

$$= 180 \cdot 3,14 \text{ cm}^3$$

$$= 565,2 \text{ cm}^3$$

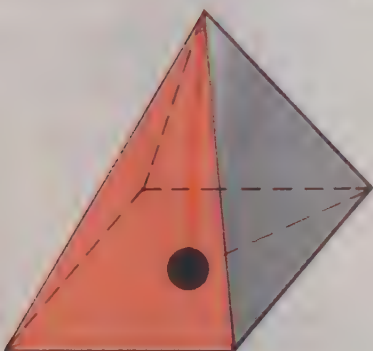
$$O_{II} = 2 \cdot 3,14 \cdot 9 (9 + 4) \text{ cm}^3$$

$$= 234 \cdot 3,14 \text{ cm}^3$$

$$= 734,76 \text{ cm}^3$$

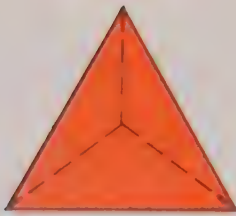
Für die flachere Dose (II) wird mehr Blech
 verbraucht (30% mehr!).

Die Pyramide



Die Pyramide ist ein Körper, der von einem
 n -Eck als Grundfläche und von n Dreiecken als
 Seiten begrenzt wird. Alle Dreiecke stoßen mit
 einer Ecke in einem Punkt, der Pyramiden-
 spitze, zusammen und bilden mit der dieser
 gegenüberliegenden Seite eine Kante mit einer
 Seite der Grundfläche.

Das Lot von der Pyramidenspitze auf die
 Grundfläche ist die Körperhöhe k der Pyrami-
 de. Ist die Grundfläche ein regelmäßiges n -Eck
 und geht das Lot durch dessen Mittelpunkt, so
 nennt man die Pyramide regelmäßig.

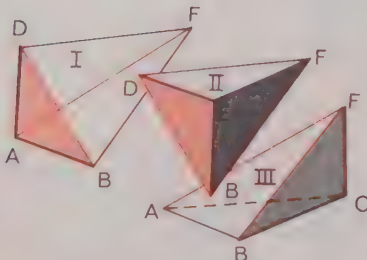
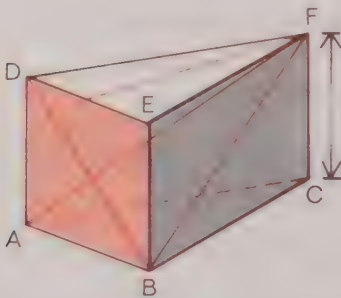


Die Oberfläche der Pyramide:



Der Rauminhalt der Pyramide:

„Haben zwei Pyramiden gleiche Grundflächen und gleiche Höhen, so sind ihre Rauminhalte gleich.“ Mit Hilfe dieses Prinzips von Cavalieri (italienischer Mathematiker 1598–1647) läßt sich beweisen, daß das Volumen einer Pyramide ein Drittel des Volumens eines Prismas von gleicher Grundfläche und gleicher Höhe beträgt.



Die regelmäßige dreiseitige Pyramide, deren Grundkanten und Seitenkanten gleichlang sind, (die also von 4 gleichseitigen Dreiecken begrenzt wird), nennt man Tetraeder.

$$O = G + M$$

(Grundfläche + Mantel)

Bei regelmäßigen Pyramiden bestehen alle Seiten aus kongruenten Dreiecken.

Bei unregelmäßigen und schiefen Pyramiden müssen die Seiten einzeln berechnet und zur Berechnung des Mantels addiert werden.

Das dreiseitige Prisma mit der Grundfläche ABC wird durch zwei Schnitte (von F nach AB und von B nach DF) in drei Pyramiden zerlegt.

Die Pyramiden I und II haben die gleiche Grundfläche (ABD und BED) und die gleiche Höhe (das Lot von F auf DE), sie sind inhaltsgleich.

Die Pyramiden II und III haben die gleiche Grundfläche (ABC und DEF) und die gleiche Höhe (wie Prisma = k), sie sind also auch inhaltsgleich.

Wenn $I = II$ und $II = III$, dann $I = II = III$.

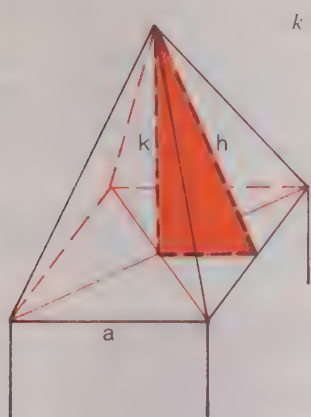
Der Rauminhalt der Pyramide:

$$V = \frac{G \cdot k}{3}$$

(Da sich alle Prismen in Dreiecksprismen zerlegen lassen, gilt dieser Satz allgemein)

1. Beispiel:

Das Dach eines Kirchturms hat die Form einer quadratischen Pyramide. Die Grundkante ist 6 m lang, die Spitze ist 12 m über der Grundfläche. Das Dach soll mit Kupferblech gedeckt werden.



$$k = 12 \text{ m} \quad a = 6 \text{ m}$$

Die Dachfläche entspricht dem Mantel der Pyramide. Zur Berechnung einer Seite müssen wir die Seitenhöhe h berechnen.

$$h^2 = \left(\frac{a}{2}\right)^2 + k^2 = 9 + 144 = 153$$

$$h = \sqrt{153} \approx 12,4 \text{ m}$$

$$M = 4 \cdot \frac{g \cdot h}{2} = 2 \cdot 6 \cdot 12,4 = 148,8$$

Es werden etwa 149 m² Kupferblech benötigt.

2. Beispiel:

Fruchtsaft wird heute auch in „Tetra“-Packungen angeboten, die die Form einer Dreiecks- pyramide (Tetraeder) haben. Die Tüte hat eine Kantenlänge von 16 cm und eine Höhe von 13 cm. Wieviel Saft enthält die Packung?

$$a = 16 \text{ cm} \quad k = 13 \text{ cm}$$

Um die Grundfläche G berechnen zu können, müssen wir erst die Höhe h einer Seite ermitteln.

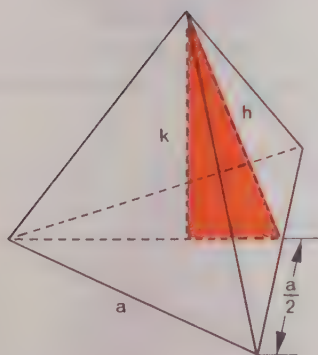
$$h^2 = a^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2 = a^2 - \frac{a^2}{4} = \frac{3}{4} a^2;$$

$$\sqrt{h^2} = \sqrt{\frac{3 a^2}{4}}; \quad h = \frac{a}{2} \sqrt{3}$$

$$h = \frac{16}{2} \sqrt{3} = 8 \cdot \sqrt{3} \approx 8 \cdot 1,73 = 13,84 \approx 13,8$$

$$G = \frac{g \cdot h}{2} = \frac{16 \cdot 13,8}{2} = 8 \cdot 13,8 = 110,4$$

$$V = \frac{G \cdot k}{3} = \frac{110,4 \cdot 13}{3} = 36,8 \cdot 13 = 478,4 \text{ cm}^3$$

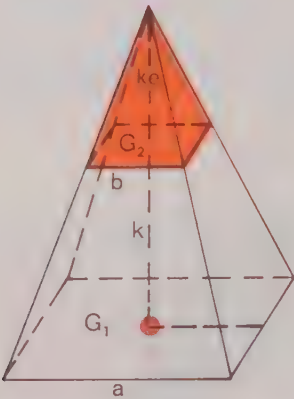
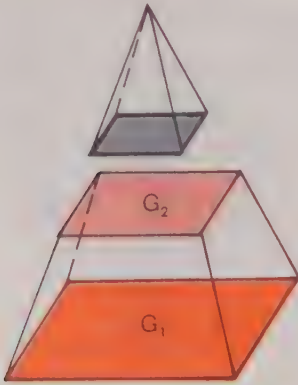


Die Packung enthält höchstens 478 cm³ (etwas weniger als $\frac{1}{2}$ l) Saft.

Der Pyramidenstumpf

Wird eine Pyramide parallel zur Grundfläche unterhalb der Spitze durchgeschnitten, so entsteht ein „Pyramidenstumpf“.

Die abgeschnittene Spitze nennt man „Ergänzungspyramide“.



Der Pyramidenstumpf wird von zwei parallelen „ähnlichen“ n -Ecken als Grund- und Deckfläche und von n Seitenflächen, die die Form von Trapezen haben, gebildet.

Der Abstand von der Grundfläche G_1 zur Deckfläche G_2 ist die Höhe k . Die Summe der Flächen aller Seiten ist der Mantel M .

Die Oberfläche des Pyramidenstumpfes:

$$O = G_1 + G_2 + M$$

(Grundfläche + Deckfläche + Mantel)

Der Rauminhalt des Pyramidenstumpfes:

Um das Volumen des Pyramidenstumpfes zu erhalten, muß man vom Volumen der ganzen Pyramide das Volumen der Ergänzungspyramide (abgeschnittene Spitze) subtrahieren.

$$V = \frac{G \cdot k}{3}$$

$$V_{\text{Stumpf}} = \frac{G_1 \cdot (k + k_e)}{3} - \frac{G_2 \cdot k_e}{3}$$

$$V_{\text{Stumpf}} = \frac{G_1 \cdot k + G_1 k_e - G_2 k_e}{3} =$$

$$\frac{G_1 \cdot k + \boxed{k_e (G_1 - G_2)}}{3}$$

Falls die Höhe der Ergänzungspyramide nicht bekannt ist, müssen wir sie auf mathematischem Weg ermitteln: Nach dem Strahlensatz ergibt sich folgendes Verhältnis:

$$a : b = (k + k_e) : k_e \quad (\text{Verhältnissgleichung})$$

$$a \cdot k_e = b (k + k_e) \quad (\text{Produktengleichung})$$

$$a \cdot k_e = b k + b k_e \quad | \quad (-b k_e)$$

$$a k_e - b k_e = b k$$

$$k_e (a - b) = b k \quad | \cdot (a + b)$$

$$k_e (a + b) (a - b) = b k (a + b)$$

$$k_e (a^2 - b^2) = k (ab + b^2)$$

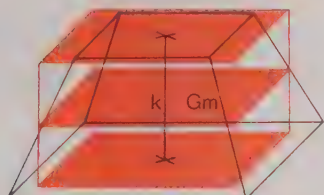
$$\begin{cases} a^2 = G_1 & b^2 = G_2 \\ a = \sqrt{G_1} & b = \sqrt{G_2} \end{cases}$$

$$[k_e (G_1 - G_2)] = k (\sqrt{G_1 \cdot G_2} + G_2)$$

Setzen wir diesen Wert in die oben entwickelte Formel zur Berechnung des Volumens eines Pyramidenstumpfes ein, so erhalten wir:

$$V = \frac{1}{3} (G_1 \cdot k + k \sqrt{G_1 G_2} + k \cdot G_2) = \frac{k}{3} (G_1 + \sqrt{G_1 G_2} + G_2)$$

Eine brauchbare angenäherte Lösung ergibt sich, wenn man die Körperhöhe des Pyramidenstumpfes mit dem Mittelwert aus der Summe von Grund- und Deckfläche multipliziert.



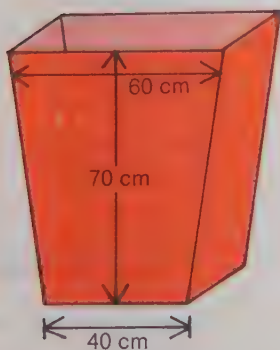
$$V \approx \frac{G_1 + G_2}{2} \cdot k; \quad V \approx G_m \cdot k$$

Der auf diese Weise ermittelte Rauminhalt ist natürlich nicht genau. In vielen Fällen des täglichen Lebens reicht aber der Grad der Genauigkeit, der hier erreicht wird.

Beispiel:

Ein Abfallkorb hat die Form eines umgekehrten Pyramidenstumpfes.

Die obere Kantenlänge beträgt 60 cm, die untere Kantenlänge 40 cm. Der Behälter ist 70 cm hoch.

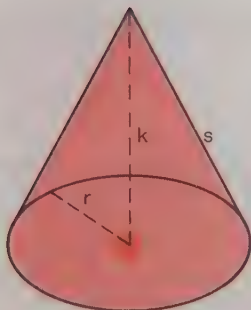


$$\begin{aligned} G_1 &= 60 \cdot 60 \text{ cm}^2 = 3600 \text{ cm}^2 \\ G_2 &= 40 \cdot 40 \text{ cm}^2 = 1600 \text{ cm}^2 \\ G_m &= 5200 \text{ cm}^2 : 2 = 2600 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$V \approx 2600 \cdot 70 \text{ cm}^3 = 182000 \text{ cm}^3 = 182 \text{ dm}^3$$

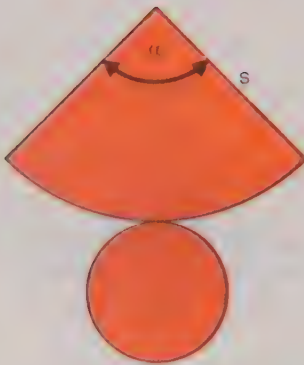
Der Behälter faßt etwa 180 l. (Die genaue Rechnung ergibt $177\frac{1}{3}$ l.)

Der Kegel



Der Kegel ist ein Körper, der von einer Kreisfläche als Grundfläche und dem Mantel begrenzt wird. Das Lot von der Spitze des Kegels auf die Grundfläche ist die Höhe k des Kegels. Geht das Lot durch den Mittelpunkt der Grundfläche, so ist der Kegel „gerade“.

Der Mantel des Kegels entspricht einem Kreisabschnitt (Sektor), dessen Radius die Seitenhöhe s und dessen Bogenlänge der Umfang der Grundfläche ist.



Die Oberfläche des Kegels:

$$O = G + M$$

(Grundfläche + Mantel)

$$G = \pi r^2$$

$$M = \frac{2 \pi r \cdot s}{2} = \pi \cdot r \cdot s$$

$$O = \pi r^2 + \pi \cdot r \cdot s = \pi r (r + s)$$

Der Rauminhalt des Kegels:

$$V = \frac{G \cdot k}{3} = \frac{\pi r^2 \cdot k}{3}$$

(Der Kegel ist ein Grenzfall der Pyramide.)

Der Mittelpunktswinkel α des Kegelmantels:

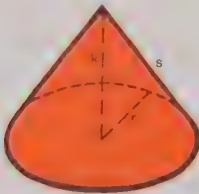
$$\alpha = \frac{360^\circ \cdot r}{s}$$

Beispiel:

Ein kegelförmiges Zelt ist bei einem Durchmesser von 4 m ($r = 2$ m) 2,75 m hoch. Wie groß sind Innenraum und Oberfläche?

$$V = \frac{\pi r^2 \cdot k}{3} = \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 2,75}{3} \approx 11,51.$$

Der Rauminhalt beträgt etwa $11\frac{1}{2} \text{ m}^3$.



$$O = \pi r (r + s)$$

Zur Berechnung der Oberfläche müssen wir erst die Seitenhöhe s berechnen.

$$s^2 = k^2 + r^2;$$

$$s = \sqrt{k^2 + r^2} = \sqrt{4 + 7,5625} = \sqrt{11,5625} \approx 3,4$$

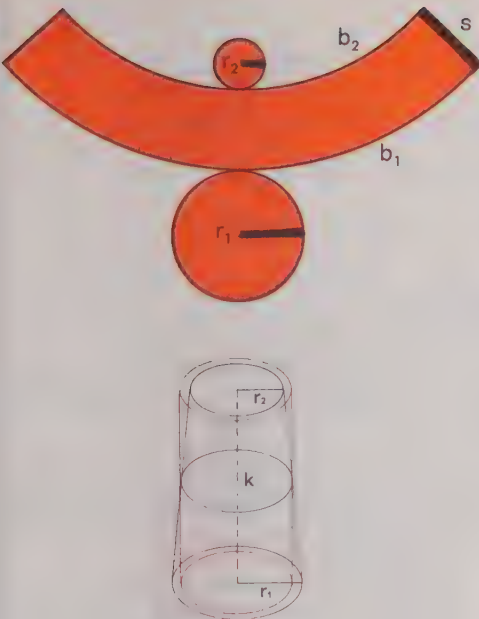
$$O = 3,14 \cdot 2 (2 + 3,4) = 3,14 \cdot 10,8 = 33,912 \text{ m}^2$$

Die Oberfläche beträgt (mit Boden) fast 40 m^2 .



Der Kegelstumpf

Schneidet man von einem Kegel durch einen Schnitt parallel zur Grundfläche die Spitze ab, so erhält man einen Kegelstumpf. Die abgeschnittene Spitze ist der Ergänzungskegel, der Abstand der Deckfläche zur Grundfläche die Körperhöhe k .



Oberfläche des Kegelstumpfes:

$$O = G_1 + G_2 + M$$

(Grundfläche + Deckfläche + Mantel)

Der Mantel entspricht dem Ausschnitt aus einem Kreisring. Die beiden Bogenlängen sind gleich den Umfängen der Grund- und Deckfläche, d. h.

$$b_1 = 2 \pi r_1; \quad b_2 = 2 \pi r_2$$

$$G_1 = \pi r_1^2; \quad G_2 = \pi r_2^2$$

$$M = \pi \cdot s \cdot (r_1 + r_2)$$

$$O = \pi r_1^2 + \pi r_2^2 + \pi \cdot s \cdot (r_1 + r_2) = \pi [r_1^2 + r_2^2 + s \cdot (r_1 + r_2)]$$

Der Rauminhalt des Kegelstumpfes:

Betrachtet man den Kegelstumpf als Grenzfall des Pyramidenstumpfes, dann ergibt sich:

$$V = \frac{k}{3} (G_1 + \sqrt{G_1 \cdot G_2} + G_2) = \frac{k}{3} (\pi r_1^2 + \sqrt{\pi r_1^2 \cdot \pi r_2^2} + \pi r_2^2) = \frac{k \pi}{3} (r_1^2 + r_1 \cdot r_2 + r_2^2)$$

Für eine angenäherte Lösung genügt oft die Formel:

$$V \approx \frac{G_1 + G_2}{2} \cdot k = \frac{\pi r_1^2 + \pi r_2^2}{2} \cdot k = \frac{\pi \cdot k}{2} (r_1^2 + r_2^2)$$

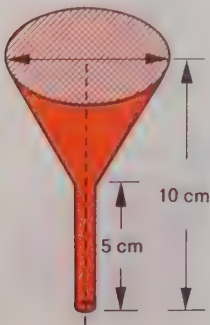
Beispiel:

Ein Blechtrichter ist 10 cm hoch. Das zylinderförmige Rohr ist 5 cm lang und hat einen Durchmesser von 1 cm. Der obere Durchmesser des Trichters beträgt 7 cm. Wieviel Blech wurde zu seiner Herstellung benötigt?

Oberfläche des Zylindermantels (F_1):

$$r_1 = 0,5 \text{ cm} \quad k = 5 \text{ cm}$$

$$M = 2 \pi r \cdot k = 3,14 \cdot 5 \text{ cm}^2 = 15,7 \text{ cm}^2$$



Zur Berechnung des Kegelstumpfmantels müssen wir die Seitenhöhe s berechnen:

$$s^2 = k^2 + (r_2 - r_1)^2;$$

$$s = \sqrt{k^2 + (r_2 - r_1)^2}$$

$$s = \sqrt{5^2 + (3,5 - 0,5)^2} = \sqrt{25 + 9} = \sqrt{34} \approx 5,83$$

Oberfläche des Kegelmantels (F_2):

$$r_1 = 0,5 \text{ cm}; \quad r_2 = 3,5 \text{ cm}; \quad s \approx 5,83 \text{ cm}$$

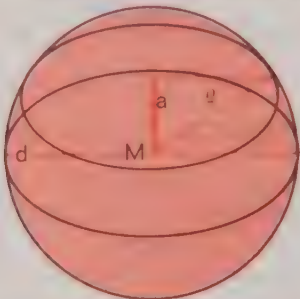
$$M = \pi \cdot s \cdot (r_1 + r_2) = 3,14 \cdot 5,83 \cdot (0,5 + 3,5) \text{ cm}^2 = 73,2248 \text{ cm}^2$$

$$F_1 + F_2 = 15,7 \text{ cm}^2 + 73,2 \text{ cm}^2 = 88,9 \text{ cm}^2.$$

Es wurden etwa 89 cm² Blech verbraucht.

Die Kugel

Die Kugel ist der geometrische Ort aller Punkte, die im Raum von einem Punkt (M) den gleichen Abstand (r) haben, d. h. alle Punkte auf einer Kugel sind gleichweit von dem Mittelpunkt entfernt.



Die gerade Verbindung zweier Punkte auf der Kugel durch den Mittelpunkt ist der Durchmesser (d) der Kugel und entspricht dem doppelten Radius ($d = 2r$).

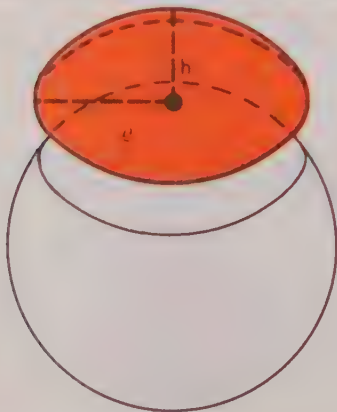
Jeder ebene Schnitt durch die Kugel ergibt als Schnittfläche einen Kreis. Der Radius eines Schnittkreises wird gewöhnlich mit ρ (Rho) bezeichnet. Ist die Schnitthöhe a , so ergibt sich $r^2 = a^2 + \rho^2$.

Die folgenden Formeln können mit den Mitteln der einfachen Mathematik nicht bewiesen werden. Auf eine Begründung wird aus diesem Grunde verzichtet.

Oberfläche der Kugel: $O = 4\pi r^2$ (Das Vierfache des Durchmesserkreises)

Volumen der Kugel: $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

Trennt man durch einen ebenen Schnitt ein Stück von der Kugel ab, so erhält man einen „Kugelabschnitt“. Er wird von der „Kugelhaube“ (Kugelkappe) und dem Schnittkreis (Radius ρ) begrenzt. Die Höhe des Kugelabschnittes bzw. der Kugelhaube ist h .



Oberfläche der Kugelhaube:

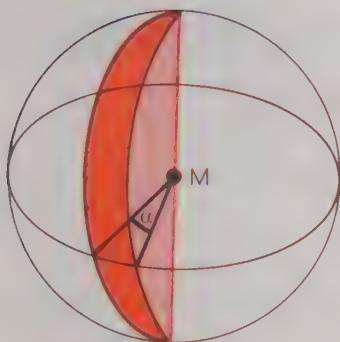
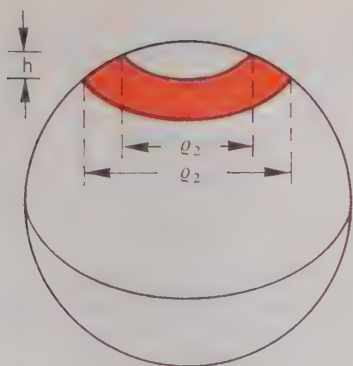
$$O = 2\pi r \cdot h$$

Volumen des Kugelabschnitts:

$$V = \frac{1}{3}\pi h^2 (3r - h)$$

oder

$$V = \frac{1}{6}\pi \cdot h (3\rho^2 + h^2)$$



Wird eine Kugel durch zwei parallele Schnitte mit dem Abstand h geschnitten, so entsteht zwischen den Schnittflächen eine „Kugelschicht“. Der gekrümmte Teil ihrer Oberfläche ist die „Kugelzone“.

Die Radien der Schnittkreise bezeichnen wir mit ϱ_1 und ϱ_2 .

Die Oberfläche der Kugelzone:

$$O = 2 \pi r \cdot h$$

Das Volumen der Kugelschicht:

$$V = \frac{1}{6} \pi \cdot h (3 \varrho_1^2 + 3 \varrho_2^2 + h^2)$$

Wird eine Kugel in demselben Durchmesser zweimal geschnitten, so entsteht ein Kugelkeil (Apfelsinenstück). Der Winkel beider Schnitte ist α . Der Kugelkeil wird von zwei Halbkreisen und einem Sektor der Kugeloberfläche begrenzt.

Oberfläche des Sektors der Kugeloberfläche:

$$O = \frac{\pi r^2 \cdot \alpha}{90}$$

Volumen des Kugelkeils:

$$V = \frac{\pi r^3 \cdot \alpha}{270}$$

Ergänzt man einen Kugelabschnitt mit dem Kegel, dessen Grundfläche die des Kugelabschnitts ist und dessen Spitze im Mittelpunkt der Kugel liegt, so erhält man einen „Kugelausschnitt“ (Kugelsektor). Der Kugelabschnitt hat die Höhe h .

Volumen des Kugelausschnitts:

$$V = \frac{2}{3} \pi \cdot r^2 \cdot h$$

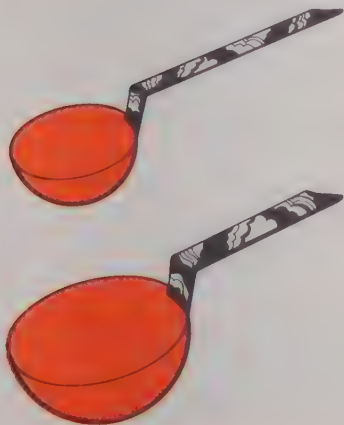
1. Beispiel:

In der Küche hängen zwei Schöpflöffel, deren Formen der einer Halbkugel entsprechen. Der eine hat einen Durchmesser von 7 cm, der andere von 10 cm.

$$\text{I. } V = \left(\frac{4}{3} \pi r^3 \right) : 2 = \frac{2}{3} \cdot 3,14 \cdot (3,5)^3 \approx 90 \text{ cm}^3$$

$$\text{II. } V = \left(\frac{4}{3} \pi r^3 \right) : 2 = \frac{2}{3} \cdot 3,14 \cdot (5)^3 \approx 262 \text{ cm}^3$$

Der größere Schöpflöffel faßt beinahe dreimal soviel wie der kleinere.





2. Beispiel:

Ein Fußball hat einen Umfang von 70 cm. Wie groß ist seine Oberfläche?

- I. Aus dem Umfang errechnen wir den Radius:

$$U = 2 \pi r; \quad r = \frac{U}{2 \pi} = \frac{70}{2 \pi} = \frac{35}{\pi}$$

$$\begin{aligned} \text{II. } O &= 4 \pi r^2 = 4 \pi \left(\frac{35}{\pi} \right)^2 = \frac{4 \pi \cdot 1225}{\pi^2} = \\ &= \frac{4900}{\pi} \approx 1560 \end{aligned}$$

Die Oberfläche des Fußballs beträgt 1560 cm²

DER RECHENSCHIEBER

Im täglichen Leben benutzen wir oft den Rechenstab, um Rechenaufgaben aus dem Gebiet der Multiplikation und Division rasch durchzuführen. Der Rechenschieber ersetzt das Rechnen mit Zahlen durch das Rechnen mit Strecken. An die Stelle von Zahlen treten Bilder ihrer Strecken.

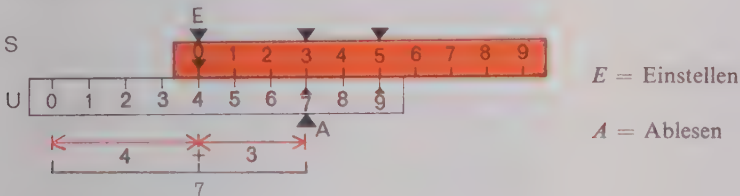
Addieren und Subtrahieren

Wenn wir auf einem Papierstreifen auf einer Geraden mehrfach hintereinander die gleiche Strecke abtragen, so erhalten wir eine „Skala“; die Zahlen unserer Skala bezeichnen wir als „Marken“:



Wenn wir den Streifen auf der Geraden auseinander schneiden, können wir die beiden Teile gegeneinander verschieben.

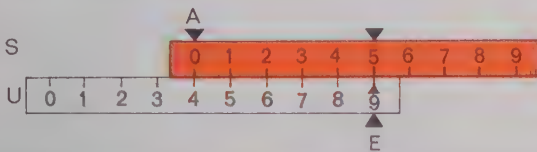
Auf diese Weise lassen sich einfache Additionen ablesen: $4 + 3$



Wenn die 0 der oberen Markierung (S) über dem ersten Summanden auf der unteren Markierung (U) eingestellt wird, so können wir unter dem zweiten Summanden auf der Skala U den Wert der Summe auf der Skala U ablesen.

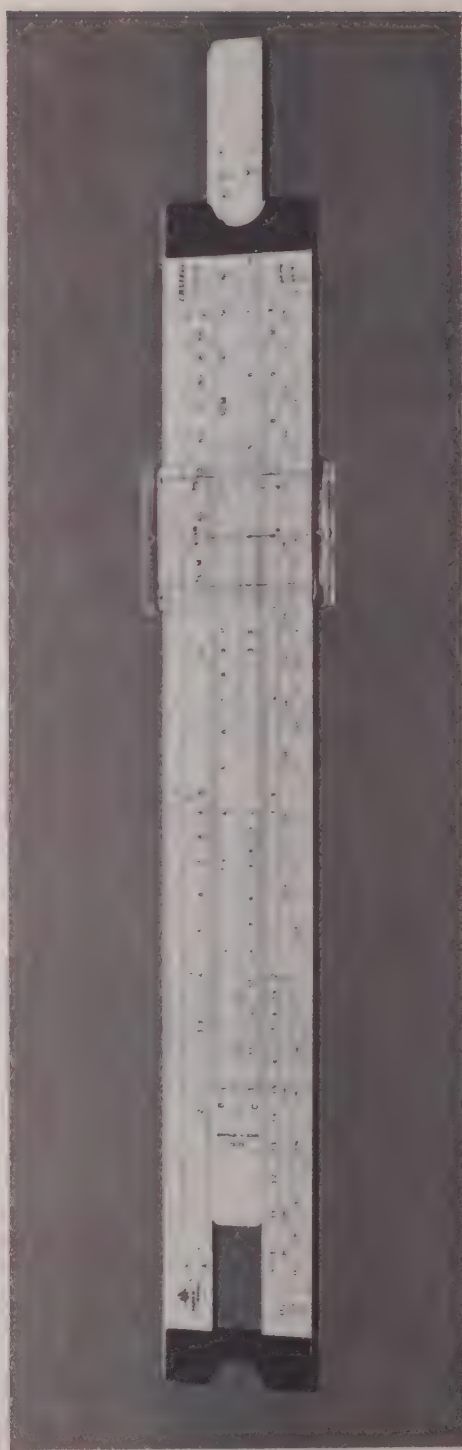
In dem obenstehenden Beispiel können natürlich auch die Ergebnisse von $4 - 1$, $4 - 2$, $4 - 4$ und $4 - 5$ abgelesen werden.

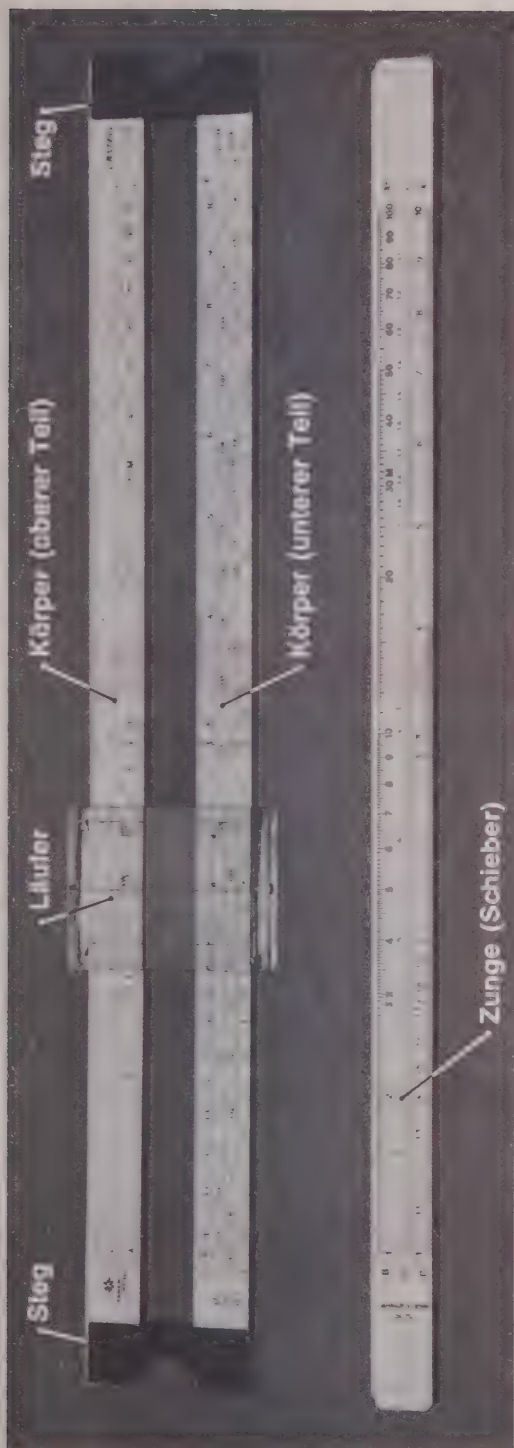
Auch Subtraktionen lassen sich mit diesem Hilfsmittel durchführen: $9 - 5$



In diesem Fall wird der Subtrahend (5) auf der Skala S über dem Minuenden (9) auf der Skala U eingestellt. Unter der 0 der Skala S kann dann die Differenz abgelesen werden.

Wenn wir die Einteilung verfeinern, könnten auch größere Zahlen abgelesen und schwierigere Additions- und Subtraktionsaufgaben gelöst werden.





1 Rechenschieber in Ruhestellung

2 Rechenschieber in Funktion

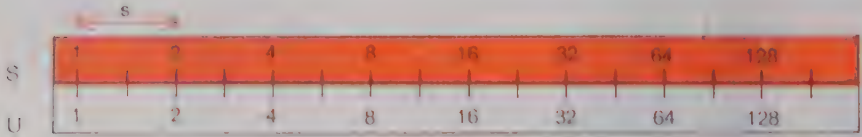
Auf dem genauen Rechenschieber erscheinen verwirrend viele Skalen und Zahlen.

Zunächst unterscheiden wir folgende Teile:

Der „Körper“ besteht aus einem oberen und einem unteren Teil, die durch „Stege“ am Anfang und Ende zusammengehalten werden. Dazwischen läuft sich die „Zunge“ (Schieber) hin- und herschieben. Der „Läufer“ ist in der Mitte mit einem (meist roten) Ablesetrich versehen. Die beiden Skalen, die wir schon kennen, finden wir auf dem unteren Körper (Skala *D*) und darüber auf dem unteren Teil der Zunge (Skala *C*). Die beiden Skalen gleichen sich (Einstellung 1 über 1), und wir können mit einem Zentimetermaß leicht feststellen, daß z. B. das Bild der Strecke 2 immer gleich ist (Strecken 1–2, 2–4, 3–6, 4–8, 5–10 usw.) Die Skalen *D* und *C* reichen von 1 bis 10. Mit diesen beiden Teillängen rechnen wir die meisten Aufgaben.

Multiplizieren und Dividieren

Für die Multiplikation und Division muß unser Rechenstab anders aussehen, aber auch hier treten an die Stelle der Zahlen, mit denen gerechnet werden soll, die Bilder ihrer Strecken, d. h.: **Die Multiplikation von Zahlen wird auf dem Rechenschieber ersetzt durch die Addition ihrer Streckenbilder.**



Unsere Skala beginnt mit der Zahl 1 (Die 0 als Faktor oder als Wert eines Produktes ist sinnlos). Die Strecke von 1 bis 2 (s) bedeutet die Zahl 2. Wenn wir jetzt die Skalen S und U verschieben, ergibt sich folgendes Bild:

$$4 \cdot 4 = 16$$



An Stelle der Multiplikation von 4 mit 4 tritt die Addition des Streckenbildes 4 (s 4) und des Streckenbildes 4 (s 4):

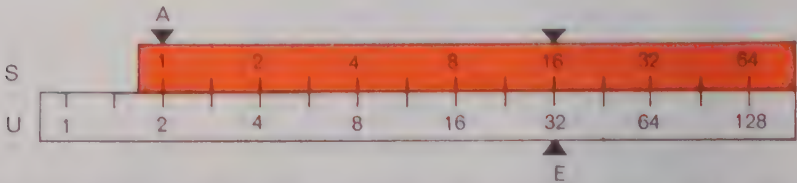
Wir stellen die 1 auf der Skala S über den 1. Faktor auf der Skala U und lesen unter dem 2. Faktor auf der Skala S den Wert des Produktes auf der Skala U ab. Die Summe der beiden Streckenglieder entspricht dem Streckenbild des Produktes beider Zahlen.

Gleichzeitig können natürlich auch die Werte der anderen Produkte abgelesen werden: $4 \cdot 2 = 8$, $4 \cdot 8 = 32$, $4 \cdot 16 = 64$, $4 \cdot 32 = 128$ usw., d. h. mit dieser einen Einstellung sind alle Multiplikationsaufgaben gelöst, deren einer Faktor 4 ist.

An die Stelle der Division von 2 Zahlen tritt umgekehrt die Subtraktion ihrer Streckenbilder:

$$32 : 16 = 2$$

Von dem Streckenbild für die Zahl 32 wird das der Zahl 16 subtrahiert:



Wird über der 32 (auf U) die 16 (auf S) eingestellt, so können wir unter 1 (auf S) den Wert des Quotienten 2 (auf U) ablesen, gleichzeitig sind alle anderen Divisionsaufgaben eingestellt, deren Quotient den Wert 2 hat ($128 : 64$; $64 : 32$; $16 : 8$; $8 : 4$; $4 : 2$ usw.).

Dieser Rechenschieber erlaubt nur eine begrenzte Reihe von Rechenoperationen, da auf unserer Skala sehr viele Teilstriche fehlen.

Die Industrie nimmt uns die Schwierigkeit ab, die fehlenden Teilstriche für 3,5 usw. zu suchen.

Handhabung des Rechenschiebers

Mit dem üblichen Rechenschieber lassen sich Multiplikationen und Divisionen durchführen. Er ermöglicht außerdem das schnelle Aufsuchen von Quadraten und Quadratwurzeln.

1. Auf dem Rechenstab werden nicht Zahlen miteinander multipliziert, sondern Ziffernfolgen: ($0,0246 \cdot 37800$ erfordert die gleiche Einstellung wie $246 \cdot 37,8$ usw.)
Das Ablesen der einzustellenden und abzulesenden Werte erfordert einige Übung: auch hier werden nur Ziffernfolgen abgelesen.)
2. Der Wert des Ergebnisses (Produkt, Quotient usw.) bzw. die Stellung des Kommas in der ermittelten Ziffernfolge wird durch einen „Überschlag“ ermittelt:

$$246 \cdot 378 \approx 250 \cdot 380 \approx 95000 \text{ (Ergebnis 5stellig)}$$

$$0,0246 \cdot 37800 \approx 950 \text{ (Ergebnis 3stellig)}$$

$$246 \cdot 37,8 \approx 9500 \text{ (Ergebnis 4stellig)}$$

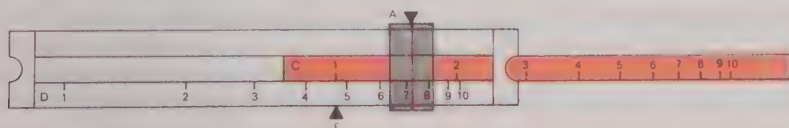
$$2,46 \cdot 3,78 \approx 9,5 \text{ (Ergebnis 1stellig)}$$

Diese Technik des Überschlags erfordert ebenfalls einige Übung, läßt sich aber rasch erlernen.

Beispiele:

a) Multiplizieren

1. $4,8 \cdot 1,5$ (Überschlag: Ergebnis 1stellig)



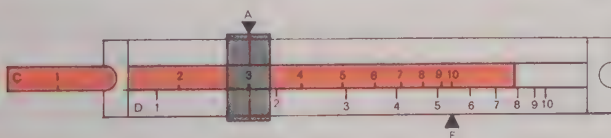
Einstellen: Über 4,8 auf der Skala *D* wird auf Skala *C* die 1,5 eingestellt. (Der rote Strich des Läufers leistet dabei gute Dienste.)

Ablesen: Unter 1,5 auf Skala *C* lesen wir auf Skala *D* 7,20 ab. (Wir suchen die Folge 1,5 mit dem Läuferstrich auf der Skala *C* und lesen dann unter dem Strich auf Skala *D* das Ergebnis ab – zunächst nur als Ziffernfolge!)

Ergebnis: Nach unserem Überschlag ergibt sich $4,8 \cdot 1,5 = 7,2$

2. $5,1 \cdot 3,04$ (Überschlag: Ergebnis 2stellig)

Einstellen: Über der Ziffernfolge 5,1 auf *D* (obere Skala auf dem unteren Körper) wird die 10 eingestellt! Wenn wir über der 5,1 die 1 einstellen, reicht der andere Faktor ($3,0 \cdot 4$) über die Skala *D* hinaus. In allen diesen Fällen stellen wir über den 1. Faktor nicht die 1, sondern die 10 ein! (Durchschlagen der Zunge!) Die Ziffernfolge 1,0 ist ja die gleiche!



AbleSEN: Unter der 3.0.4 auf Skala C (untere Skala auf der Zunge) lesen wir auf Skala D das Ergebnis 15.5 ab. (Wir suchen wieder mit dem Läuferstrich den anderen Faktor 3.0.4 und lesen darunter das Ergebnis ab.)

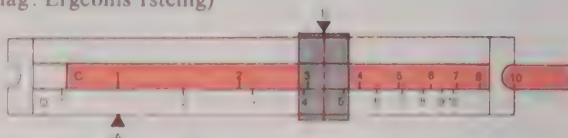
Ergebnis: Aus Ziffernfolge und Überschlag ergibt sich: $5.1 \cdot 3.04 = 15.5$.

Bei längeren Ziffernfolgen muß die Einstellung möglichst genau geschätzt werden (z. B. $19.72 \cdot 8156$). Nach der möglichst genauen Einstellung lesen wir die Ziffernfolge 1.6.1 ab. Zusammen mit unserem Überschlag ($20 \cdot 8000 = 160000$) ergibt das die Lösung 161000. Das genaue Ergebnis 160836,32 weicht nur unwesentlich davon ab.

Wer ganz genaue Ergebnisse sucht, muß schriftlich oder mit geeigneten Maschinen rechnen. In der Hand eines geubten Benutzers reichen die Ergebnisse des Rechenschiebers aber in den meisten Fällen aus.

b) Dividieren

45 : 32,6 (Überschlag: Ergebnis 1stellig)



Einstellen: ber dem Dividenten (4.5) wird mit Hilfe des Luferstriches der Divisor (32.6) eingestellt.

AbleSEN: Unter der 1 wird die Folge 1.3.8 abgelesen. (Dabei ist die Markierung durch den Läufer ein wichtiges Hilfsmittel.)

Ergebnis: Überschlag und Ziffernfolge ergeben: $45 : 32,6 = 1,38$.

c) Zusammengesetzte Rechnungen

1. $2.73 \cdot 48,5 \cdot 400$ (Überschlag: Ergebnis 5stellig: $3 \cdot 50 \cdot 400 = 60000$)

Wir stellen zuerst die 10 über die 2.7.3 und den Läuferstrich genau über die 4.8.5. Das Zwischenergebnis brauchen wir nicht abzulesen. Wir ziehen die Zunge jetzt mit der 1 genau unter den Strich des Läufers (vorsichtig, er darf dabei nicht verrutschen) und lesen unter der 4 das Endergebnis 5.3 ab.

Nach Überschlag und Ziffernfolge ist das Ergebnis $2.37 \cdot 48,5 \cdot 400 = 53000$.

2. $\frac{6.25 \cdot 320}{45 \cdot 17.3} \cdot 74$ (Überschlag: Ergebnis 3stellig $\frac{6 \cdot 300 \cdot 70}{50 \cdot 20} = 126$)

Wir beginnen mit der ersten Division und stellen über 6.2.5 die 4.5 (das Zwischenergebnis brauchen wir nicht). Da aber die 1 bereits über dem Ergebnis steht, brauchen wir den Läufer zur nächsten Multiplikation nur über die 3.2 auf der Skala C zu schieben. (Auch das Zwischenergebnis auf D ist nicht wichtig.) Wir stellen unter dem Läuferstrich über diesem Zwischenergebnis die 1.7.3 zur nächsten Division ein. Das Ergebnis halten wir wieder mit dem Läuferstrich fest, denn zur letzten Multiplikation (7.4) müssen wir die Zunge durchstoßen. (Die 7.4 auf der Skala C reicht nämlich über D hinaus.) Wir stellen daher die 10 über das letzte (unbekannte) Zwischenergebnis und lesen unter 7.4 die Ziffern 1.9 ab.

Nach Überschlag und Ziffernfolge ist das Ergebnis 190.

Regeln:

Multiplikation: Die 1 über den einen Faktor, Ergebnis unter dem anderen Faktor ablesen

Division: Divisor über Divident, Ergebnis unter der 1 (1.0) ablesen

Falls die Skala C auf der Zunge über die Skala D nach links hinausreicht, wird das Ergebnis unter 1.0 abgelesen.

DIE WICHTIGSTEN BEGRIFFE DER MENGENLEHRE

Die Fortschritte in der Mathematik und das Eindringen moderner mathematischer Betrachtungsweisen in Wissenschaften, die für Wirtschaft, Gesellschaft und Staat von Bedeutung sind, machen eine Modernisierung des Mathematikunterrichts an allen Schulen notwendig.

Diese Forderung aus den Empfehlungen und Richtlinien zur Modernisierung des Mathematikunterrichts an den allgemeinbildenden Schulen unserer Kultusministerkonferenz hat in zunehmendem Umfang die Einführung der Mengenlehre in den Unterricht bereits der ersten Schuljahre zur Folge.

Diese „Mengenlehre“ eröffnet einen neuen Zugang zur Mathematik und zu mathematischen Denkweisen. Sie beruht auf der Entdeckung des Grundbegriffs „Menge“ durch Georg Cantor (1845–1918), der die mathematische Grundlagenforschung stark belebte. Einen anderen wesentlichen Beitrag zum Gebäude der modernen Mathematik leistete die „Aussagelogik“.

Im Rahmen der modernen Mathematik (oft auch Struktur-Mathematik genannt) haben die klassischen Teilgebiete (Arithmetik, Algebra, Geometrie usw.) ihre Eigenständigkeit weitgehend verloren.

Es ist natürlich nicht möglich, auf dem knappen Raum dieser Darstellung eine umfassende Begründung der Mengenlehre und ihrer Grundlagen zu geben. Zum Verständnis weiterführender Literatur wird hier eine Einführung in die wichtigsten Begriffe der Mengenlehre angeboten.

Der Mengenbegriff

Unter „Menge“ verstehen wir eine Zusammenfassung von Dingen (Objekten), die genau bestimmt sind und die sich deutlich voneinander unterscheiden. Von jedem Ding muß feststehen, ob es zu einer bestimmten Menge gehört oder nicht, ob es ein „Element“ (ϵ) dieser Menge ist oder nicht. Ein und dasselbe Element kann demnach in einer Menge nur einmal vorkommen, andernfalls ließe es sich ja nicht deutlich von seinesgleichen unterscheiden.

Eine Menge Äpfel ist also keine Menge im mathematischen Sinn, ihre Elemente lassen sich weder genau bestimmen, noch deutlich voneinander unterscheiden, ebenso wenig wie eine Menge Ameisen oder eine Menge Geld.

Beispiele für Mengen:

M_1 : Die Menge aller Flächenstaaten der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1970. (Die Elemente dieser Menge sind Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Saarland, Schleswig-Holstein, Rheinland-Pfalz).

P: Die Menge aller Primzahlen. (Von jeder Zahl läßt sich feststellen, ob sie zu dieser Menge gehört oder nicht.)

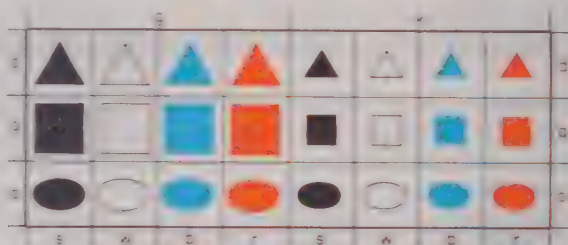
M_2 : Die Menge aller Mädchen, die am 10. Nov. 1971 die Klasse 4c der Brüder-Grimm-Schule in Frankfurt/Main besuchten.

U: Die Menge aller ungeraden natürlichen Zahlen.

Mengen bezeichnet man im allgemeinen mit großen Buchstaben, z. B. A, B, F, M usw., die zur Unterscheidung auch Indices haben können, z. B. M_1 , M_2 , M_3 usw. Elemente von Mengen bezeichnet man im allgemeinen mit kleinen Buchstaben, z. B. a, b, f, k, x usw.

Ist a zum Beispiel Element der Menge M , so schreibt man $a \in M$ (gelesen: a ist Element von M). Ist b kein Element der Menge M , so schreibt man $b \notin M$ (gelesen: b ist nicht Element von M).

Zur Veranschaulichung deutlich voneinander unterscheidbarer und genau zu bestimmender Mengenelemente bedienen wir uns häufig sogenannter Mengenspiele. Sie bestehen meist aus verschiedenen farbigen, verschieden großen und verschieden geformten Holz- oder Plastikteilen. Im folgenden wollen wir dieses Mengenspiel benutzen:



Die Grundmenge (G) unseres Mengenspiels besteht demnach aus 24 Teilen. Jedes Teil ist deutlich von den anderen unterschieden und kann genau bestimmt werden.



großes weißes Quadrat (gwq)



kleines schwarzes Dreieck (ksd)



kleines rotes Oval (kro)



großes blaues Oval (gbo)

Bestimmung von Mengen

Mengen können dadurch bestimmt werden, daß man alle Elemente dieser Menge aufzählt oder aufzählt und sie in einer geschweiften Klammer $\{ \}$ zusammenfaßt. Die Reihenfolge ist dabei völlig bedeutungslos.

$\{5, 6, 7, 8\}$ gelesen: Die Menge mit den Elementen 5, 6, 7, 8

$\{\text{Hans, Regenschirm, Papierkorb}\}$ (Die Menge mit den Elementen Hans, Regenschirm, Papierkorb)



$\{gwd, kwd, grq, kwq, gwq\}$

(Die Menge mit den Elementen: großes rotes Quadrat, kleines weißes Dreieck, großes schwarzes Dreieck, großes weißes Quadrat, kleines weißes Quadrat)

Oft enthält eine Menge so viele Elemente, daß diese aufzählende Form zu umständlich, in anderen Fällen sogar unmöglich wird. Dann wird die Menge dadurch bestimmt, daß man die Eigenschaften beschreibt, die allen ihren Elementen zukommt und die sie von allen anderen, nicht zu dieser Menge gehörenden Objekten unterscheidet.

Aufzählende Form: $\{\text{Heuss, Lübke, Heinemann, Scheel}\}$

Beschreibende Form: Menge aller lebenden und verstorbenen Präsidenten der Bundesrepublik Deutschland

Benutzt man zur Beschreibung der Menge die Variable x , so kommt man zu der Kurzform:
 $M_1 = \{x | x \text{ war oder ist Präsident der Bundesrepublik Deutschland}\}$
 gelesen: M_1 ist Menge aller x , für die gilt: x war oder ist Präsident der Bundesrepublik Deutschland.

Die Menge aller Primzahlen könnte man dann so beschreiben:

$P = \{x | x \text{ ist Primzahl}\}$ (P ist Menge aller x , für die gilt: x ist Primzahl)

Es kann bei der Beschreibung von Mengen erforderlich sein, sich auf eine bestimmte Grundmenge zu beschränken, aus der die Elemente stammen. Wenn S (Grundmenge) die Menge aller Schüler des Wilhelm-Gymnasiums in München ist, dann wäre die Menge aller Brillenträger dieser Schule so zu beschreiben:

$B = \{x | x \text{ ist Brillenträger}\}_S$ (gelesen: B ist Menge aller x aus (der Grundmenge) S , für die gilt: x ist Brillenträger).

Wenn wir die Menge aller roten Teile unseres Mengenspieles bestimmen wollen, dann sieht das in der aufzählenden Form so aus:

$\{\text{grd}; \text{krd}; \text{grq}; \text{krq}; \text{gro}; \text{kro}\}$ oder auch 

Die Menge aller roten Teile unseres Mengenspieles ist die Teilmenge T aus der Grundmenge G (alle Teile unseres Spieles). Durch die Beschränkung auf die Teile unseres Mengenspieles schließen wir die roten Teile aller anderen Mengenspiele aus! Die Beschreibung sieht dann so aus:

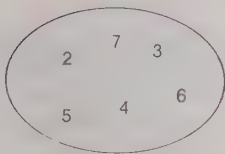
$T = \{x | x \text{ ist rot}\}_G$ d. h.: T ist Menge aller x aus G , für die gilt: x ist rot.

Alle anderen Teile unseres Mengenspiels (Grundmenge G) sind nicht rot und gehören daher nicht zu (der Teilmenge) T .

Zur Veranschaulichung von Mengen kann man Mengen auch bildlich darstellen (Venn-Diagramme). Dabei werden die Bilder oder Symbole einer Menge mit einer geschlossenen Linie umgeben, z. B.:



Dieses Diagramm stellt dieselbe Menge dar, die wir eben in der aufzählenden und beschreibenden Form besprochen haben.



Dieses Diagramm veranschaulicht die Menge aller natürlichen Zahlen, die größer als 1 und kleiner als 8 sind.

Die gleiche Menge in der aufzählenden Form: $\{3; 7; 6; 4; 2; 5\}$

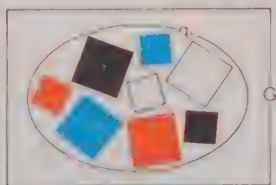
Noch einmal die gleiche Menge, diesmal in der beschreibenden Form:

$M = \{x | x > 1 \text{ und } < 8\}_N$ d. h.: M ist die Menge aller x aus der Grundmenge N (natürliche Zahlen), für die gilt: x ist größer als 1 und kleiner als 8. (Die Beschränkung auf die Grundmenge N (Menge der natürlichen Zahlen) ist deshalb notwendig, weil z. B. $3\frac{1}{2}$ auch größer als 1 und kleiner als 8 ist!)

Die Menge T_2 aller quadratischen Teile unseres Mengenspieles (Grundmenge G) müßte so beschrieben werden:

$T_2 = \{x | x \text{ ist ein Quadrat}\}_G$

Als Mengenbild (veranschaulichendes Diagramm) sieht das so aus:



Diese Art der Veranschaulichung ist zur Darstellung großer Mengen natürlich nicht geeignet.

Die „leere Menge“

Mathematische Mengen können – im Gegensatz zu unserem Sprachgebrauch – sehr klein sein: Die Menge (M_3) der amtierenden Präsidenten der USA im Jahr 1971 enthält nur ein einziges Element:

$$M_3 = \{\text{Nixon}\} \text{ (aufzählende Form)}$$

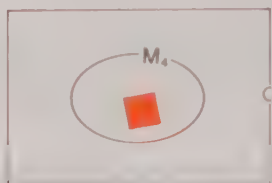
$$M_3 = \{x \mid x \text{ ist 1971 amtierender Präsident der USA}\} \text{ (Beschreibung).}$$

Auch die Menge (M_4) der kleinen roten Quadrate aus unserem Mengenspiel hat nur ein Element:



$$\text{oder } \{krq\} \text{ oder } M_4 = \{x \mid x \text{ ist kleines rotes Quadrat}\},$$

und als Venn-Diagramm:

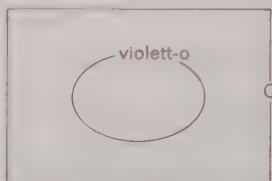


Wenn wir nun logisch weiterdenken, gibt es auch Mengen, die überhaupt kein Element enthalten: Die Menge (M_5) aller Kaiser der Bundesrepublik Deutschland: $M_5 = \{\}$ oder die Menge aller Menschen, die im Jahre 1971 ständig auf dem Mond lebten:

$$M_6 = \{x \mid x \text{ lebt 1971 ständig auf dem Mond}\} = \{\}$$

Die Menge (M_7) aller violetten Ovale aus unserem Mengenspiel (Grundmenge G) hat ebenfalls kein einziges Element:

$$M_7 = \{x \mid x \text{ ist violettes Oval}\}_G \quad M_7 = \{\}$$



Mengen, die kein Element enthalten, bezeichnet man als „leere Menge“. Für diese Menge verwenden wir das Zeichen $\{\}$ oder $\emptyset$.

Mengensysteme

Es sind auch Mengen denkbar, deren Elemente Mengen sind.

Bis jetzt haben wir uns nur mit Mengen der „ersten Stufe“ beschäftigt. Die Menge der aktiven Spieler des Hamburger Sportvereins (M_8) wäre z. B.:

$$M_8 = \{x | x \text{ ist aktiver Spieler der 1. Mannschaft des HSV}\}$$

Wir können aber auch Mengen bilden, deren Elemente Mengen sind, z. B.: Die Menge (M_9) aller Vereine, die 1975 in der Fußball-Bundesliga spielen:

$$M_9 = \{x | x \text{ ist 1975 Mitglied der Fußball-Bundesliga}\}, \text{ d.h.: } M_9 \text{ ist Menge aller } x, \text{ für die gilt: } x \text{ ist (als Verein) Mitglied der Fußball-Bundesliga.}$$

Diese Menge der „zweiten Stufe“ bezeichnen wir als „Mengensystem“. Dabei ist zu beachten, daß ein aktiver Spieler des HSV Element der Menge erster Stufe (aktive Spieler des HSV) ist, nicht aber Element der Menge aller Vereine der Fußball-Bundesliga.

Beziehungen zwischen Mengen

Mengen sind gleich, wenn sie aus denselben Elementen bestehen. Enthält eine der Mengen auch nur ein Element, das nicht Element der anderen Mengen ist, dann sind die Mengen „ungleich“ ($\neq$).

$$M_1 = \{3; 4; 5; 6\} \quad M_2 = \{4; 5; 3; 6\}$$

Diese beiden Mengen sind gleich ($M_1 = M_2$), denn jedes Element von M_1 ist auch Element der Menge M_2 . Auf die Reihenfolge in der Aufzählung kommt es nicht an. Ein und dasselbe Element wird in einer Menge nur einmal gezählt.

$$\{3; 4; 5; 6; 5; 4; 3; 4\} = \{6; 3; 5; 4\}$$

$$A = \{x | x \text{ ist ein Buchstabe des Wortes Tasse}\}$$

$$A = \{t; a; s; s; e\}$$

$$A = \{a; e; s; t\}$$

Diese beiden Mengen sind gleich

(Beschreibung der Menge A)

(Aufzählung der Elemente der Menge A)

(Das ist noch einmal die Menge A. Hier wurde nur die Reihenfolge in der Aufzählung verändert, und das Element s wurde nicht zweimal aufgeführt, da es doch nur einmal Element der Menge A sein kann.)

$$B = \{x | x \text{ ist Buchstabe des Wortes Attest}\}$$

$$B = \{a; e; s; t\}$$

(Aufzählung der Elemente der Menge B)

Aus der aufzählenden Form der Beschreibung der Mengen A und B ist deutlich zu sehen, daß diese beiden Mengen genau die gleichen Elemente enthalten. Jedes Element der Menge A (Buchstaben des Wortes Tasse) ist auch Element der Menge B (Buchstabe des Wortes Attest) und umgekehrt. Diese beiden Mengen sind gleich: $A = B$

$$\{n; e; b; e; n\} = \{e; b; e; n; e\}$$

$$\{d; a; m; p; f\} \neq \{p; f; a; n; d\}$$

(Beide Mengen enthalten die Elemente e, n, b)

(Die Elemente m und n sind nicht Bestandteil beider Mengen)

Es ist bei einem Vergleich von Mengen gleichgültig, in welcher Form die Menge bestimmt wird. Ein Beispiel mit unserem Mengenspiel:

$$\{x | x \text{ ist roter und kleiner Teil}\}_G = \{\text{○} \text{ } \text{■} \text{ } \text{▲}\}$$

Nach dieser Bestimmung der Gleichheit von Mengen kann es nur eine „leere Menge“ ($\emptyset$) geben. Gäbe es z. B. zwei verschiedene Leermengen, so müßte die eine zumindest ein Element enthalten, das nicht zugleich auch Element der anderen ist. Da die leere Menge aber überhaupt kein Element enthält, ist das unmöglich.

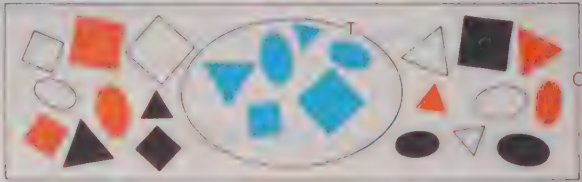
Die Teilmenge

Vergleichen wir die Menge aller in Hamburg zugelassenen Kraftfahrzeuge K mit der Menge aller in Hamburg zugelassenen Taxis T , dann stellen wir fest, daß alle Elemente der Menge T auch Elemente der Menge K sind (allerdings nicht umgekehrt!). In diesem Fall ist T „Teilmenge“ von K . Kurzform: $T \subset K$ (gelesen: T ist Teilmenge von K)

Die Menge der blauen Teile unseres Mengenspiels ist Teilmenge der Menge aller 24 Teile G , die wir auch als Grundmenge bezeichnen:

$$\{x | x \text{ ist blauer Teil}\}_G \subset \{x | x \text{ ist Teil}\}_G$$

Im Diagramm läßt sich das so veranschaulichen:



Eine Teilmenge (Untermenge) bezieht sich immer auf eine Grundmenge (Obermenge).



$$\{1; 2; 3; 4\} \subset \{1; 2; 3; 4; 5; 6; 7\}$$

$$\{\text{Adler; Habicht}\} \subset \{x | x \text{ ist Greifvogel}\}$$

In allen diesen Beispielen ist jedes Element der Teilmenge zugleich Element der Grundmenge. Aus dieser Bestimmung ergibt sich:

1. Jede Menge M ist Teilmenge von sich selbst: $M \subset M$. (Dann ist ja auch jedes Element der Teilmenge Element der Grundmenge!)



2. Die Leermenge ($\emptyset$) ist Teilmenge jeder Menge: $\emptyset \subseteq M$.



Wir benutzen das Zeichen $\subset$, wenn es sich um eine „echte“ Teilmenge handelt, wenn also die Teilmenge nicht gleich der Grundmenge ist. In den anderen Fällen schreiben wir $\subseteq$ ($T \subseteq T$)

Die Ergänzungsmenge

In unserem letzten Beispiel war die Menge aller in Hamburg zugelassenen Taxis Teilmenge der Menge aller in Hamburg zugelassenen Kraftfahrzeuge. Die Menge aller Elemente einer Grundmenge, die nicht zu einer bestimmten Teilmenge gehören, bezeichnen wir als Ergänzungsmenge (in unserem Beispiel die Menge aller in Hamburg zugelassenen Kraftfahrzeuge, die nicht Taxis sind).

Kurzform: $\bar{T} = \{x | x \notin T\}_G$

(gelesen: T quer ist gleich der Menge aller x aus G, für die gilt: x ist nicht Element von T).

Die Teilmenge A und die Ergänzungsmenge (Komplementärmenge) $\bar{A}$ bilden zusammen die Grundmenge G:

Wenn $G = \{a; b; c; d; e\}$ und $A = \{a; c; e\}$ dann ist $\bar{A} = \{b; d\}$

$M_1 = \{\text{Dreiecke}\}$ $T \subset M_1$

$M_1 = \{x | x \text{ ist ein Dreieck}\}_G$

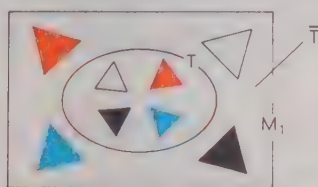
$T = \{\text{kleine Dreiecke}\}$

$\bar{T} = \{\text{Dreiecke, die nicht klein sind}\}$

$T = \{x | x \text{ ist kleines Dreieck}\}_G$

$\bar{T} = \{x | x \text{ ist Dreieck und nicht klein}\}$

Im veranschaulichenden Diagramm sieht das so aus:



oder so



Wenn wir die Elemente der Teilmenge mit den Elementen der Ergänzungsmenge „vereinigen“, so erhalten wir die Elemente der Grundmenge.

Eine Ergänzungsmenge ist immer von einer bestimmten Grundmenge abhängig (als Ergänzung einer echten Teilmenge).

Die Mächtigkeit einer Menge

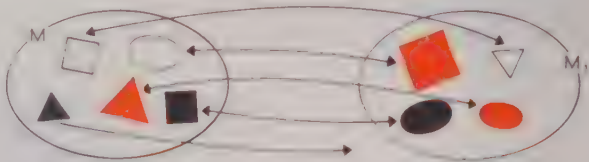
Vergleichen wir die Menge der Herren eines Tanzkurses (H) mit der Menge der Damen dieses Kurses (D), dann geht es uns nicht um die Eigenschaften ihrer Elemente, sondern um deren Anzahl (wobei diese Anzahl aber Eigenschaft dieser Mengen ist). Diese Anzahleigenschaft bezeichnet der Mathematiker als „Mächtigkeit“. Es geht dabei also nicht um die Eigenschaften der Elemente, sondern um deren Anzahl.

Wenn sich jeder Dame unseres Tanzkurses eindeutig ein Herr zuordnen läßt (und umgekehrt), dann bezeichnen wir die beiden Mengen D und H als „gleichmächtig“.



Zwei Mengen D und H bezeichnen wir als gleichmächtig, wenn jedem Element aus D ein Element aus H zugeordnet werden kann und umgekehrt. Kurzform: $D \sim H$ (gelesen: D gleichmächtig H)

Diese beiden Mengen z. B. sind nicht gleichmächtig ($\sim$)



ebenso wenig wie diese beiden:

$$\{1; 4; 2; 5\} \sim \{a; b; c; d; e\}$$

Die Begriffe Gleichmächtigkeit und Gleichheit dürfen nicht verwechselt werden:

$$\{1; 4; a; 2; c\} \sim \{\text{square, triangle, square, circle}\} \quad \text{Diese beiden Mengen sind gleichmächtig, aber}$$

$$\{1; 4; a; 2; c\} \neq \{\text{square, triangle, square, circle}\} \quad \text{sie sind nicht gleich.}$$

Mengen gleicher Mächtigkeit (Mengen, deren Elemente sich umkehrbar eindeutig einander zuordnen lassen) haben alle eine gemeinsame Eigenschaft: sie haben alle die gleiche Anzahl von Elementen. Die Kardinalzahl ist demnach die Eigenschaft, die allen Mengen gleicher Mächtigkeit zukommt.

$\{\text{Hänsel; Gretel}\}$

$\{x | x \text{ gehört zu einem Paar Schuhe}\}$

$\{x | x > 5 \text{ und } < 8\}_{\mathbb{N}}$

$\{d; e\}$

Alle diese Mengen haben die gleiche Anzahleigenschaft: es sind Zweiermengen. Die Menge aller Zweiermengen können wir in eine „Klasse“ zusammenfassen. Da es Mengen verschiedener Mächtigkeit gibt, gibt es verschiedene Klassen. Diese Mächtigkeitsklassen bilden die Menge der natürlichen Zahlen. Die Zahl ist Eigenschaft einer Menge, nicht eines Dinges.

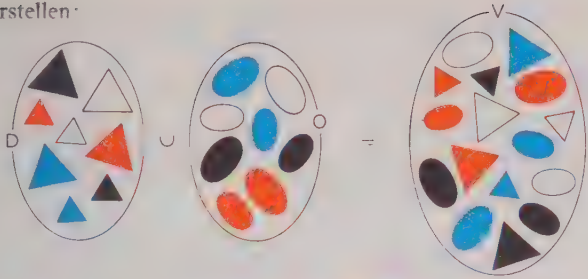
Die Verknüpfung von Mengen

Die Vereinigungsmenge

Bis hierher haben wir die Eigenschaften von Mengen und die Beziehungen von Mengen untersucht. Man kann mit Mengen aber auch „rechnen“, d. h. mengentheoretische Operationen ausführen.

Wenn wir die Menge D aller Dreiecke unseres Mengenspiels und die Menge O aller Ovale zusammenschieben, so erhalten wir die Vereinigungsmenge V. Kurzform: $D \cup O = V$ (gelesen: D vereinigt mit O ist gleich V)

Das läßt sich so darstellen:



oder so:



oder so:

$$\{x|x \text{ ist Dreieck}\}_G \cup \{x|x \text{ ist Oval}\}_G = \{x|x \text{ ist Dreieck oder Oval}\}_G$$

(Das Wörtchen „oder“ wird hier nicht im ausschließenden Sinn verwendet.)

Unter der Vereinigungsmenge $A \cup B$ versteht man die Menge aller Elemente, die zu der Menge A oder zu der Menge B oder zu beiden gehören.

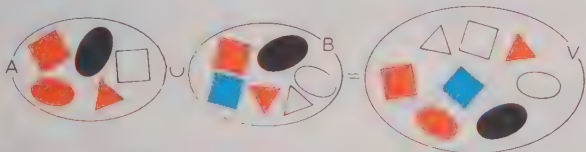
$$\{3; 4; 5\} \cup \{2; a; 8; f\} = \{3; 4; 5; 2; a; 8; f\}$$



$$= \{Hans; Fritz; Egon; Lisa; Grete; Susi\}$$

Die Vereinigung von Mengen unseres letzten Beispiels kommt häufig vor: Wenn z. B. die 4 Kinder der ersten Menge im Sommer, die 4 Kinder der zweiten Menge im Winter verreist waren, dann waren 6 Kinder im Sommer und Winter verreist (nicht etwa 8!).

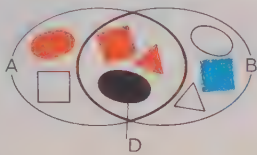
Die Vereinigungsmenge zweier Mengen enthält demnach alle Elemente, die mindestens einer der beiden Mengen angehören:



Die Schnittmenge (Durchschnittsmenge)

In dem letzten Beispiel haben die Teile  beiden Mengen angehört, die wir vereinigt haben. Diese Elemente, die beiden Mengen zugleich angehören, bilden die „Schnittmenge“:

Kurzform: $A \cap B = D$ (gelesen: A geschnitten mit B ist gleich D)



Die Elemente, die der Menge A und der Menge B angehören, bilden deren Schnittmenge D.
Beispiele:

$$\{\text{Karl; Ernst; August}\} \cap \{\text{Fritz; Franz; Ernst}\} = \{\text{Ernst}\}$$

$$\{3;5;7;9\} \cap \{2; 3; 4; 5; 6\} = \{3; 5\}$$

$$\{x|x \text{ ist roter Teil}\}_{\mathcal{C}} \cap \{x|x \text{ ist Dreieck}\}_{\mathcal{C}} = \{x \mid x \text{ ist rot und Dreieck}\}_{\mathcal{C}}$$

Im Diagramm sieht diese Schnittmenge so aus:



und in der aufzählenden Form so:



Die Schnittmenge $A \cap B$ der Mengen A und B enthält alle Elemente, die Element der Menge A und zugleich Element der Menge B sind.

Die Menge B aller Blauaugigen, geschnitten mit der Menge S aller Schwarzhaarigen, ergibt als Schnittmenge die Menge M allerer, die blaue Augen und schwarze Haare haben: $B \cap S = M$ bzw.:

$$\begin{aligned} \{x|x \text{ hat blaue Augen}\} \cap \{x|x \text{ hat schwarze Haare}\} &= \\ &= \{x|x \text{ hat blaue Augen und schwarze Haare}\} \end{aligned}$$

Die Schnittmenge kann auch die Leermenge ($\emptyset$) sein:



Ist die Schnittmenge die leere Menge ($A \cap B = \emptyset$), dann bezeichnen wir die beiden Mengen als „elementfremd“, d. h. dann gibt es kein Element, das in beiden Mengen enthalten ist.

Die Restmenge (Differenzmenge)

Nehmen wir von der Menge D aller Dreiecke unseres Mengenspieles die Menge S aller schwarzen Dreiecke weg, so erhalten wir die „Restmenge“ R, die Menge aller Dreiecke, die nicht schwarz sind.

Kurzform: $D \setminus S = R$ (gelesen: D ohne S ist gleich R)





oder

$$\{x|x \text{ ist Dreieck}\}_G \setminus \{x|x \text{ ist schwarzes Dreieck}\}_G = \{x|x \text{ ist nicht schwarz und Dreieck}\}_G$$

Die Restmenge $D \setminus S$ der Mengen D und S enthält alle Elemente, die Elemente von D , nicht aber Elemente von S sind.

In der folgenden Beispielkette ist die Menge A immer gleich: $\{a; b; c; d\}$, während die Menge B in jedem Beispiel eine andere ist:

$$\begin{aligned} \{a; b; c; d\} \setminus \{a; b\} &= \{c; d\} \\ \{a; b; c; d\} \setminus \{a; b; e; f\} &= \{c; d\} \\ \{a; b; c; d\} \setminus \{e; f; g; h\} &= \{a; b; c; d\} \\ \{a; b; c; d\} \setminus \{a; b; c; d\} &= \emptyset \\ \{a; b; c; d\} \setminus \{\} &= \{a; b; c; d\} \end{aligned}$$

Aus diesen Beispielen ersieht man, daß die Restmenge $A \setminus B$ auch entsteht, wenn B nicht Teilmenge von A ist:

$$\begin{aligned} \{\text{Haus; Garten; Kind}\} \setminus \{\text{Auto; Hund}\} &= \{\text{Haus; Garten; Kind}\} \\ \{x|x \text{ ist Quadrat}\}_G \setminus \{x|x \text{ ist Dreieck}\}_G &= \{x|x \text{ ist Quadrat}\}_G \end{aligned}$$

Als Diagramm sieht das so aus:



Sind die Mengen Q und D elementfremde Mengen, so ist die Restmenge $Q \setminus D$ die Menge Q .

Die Paarmenge (Verbindungsmenge, Produktmenge)

Hat ein Mädchen 3 Röcke und 4 Blusen, so ergibt sich eine Anzahl von Kombinationsmöglichkeiten (vorausgesetzt, daß sie jeden Rock zu jeder Bluse tragen kann). Aus der Menge R der Röcke und der Menge B der Blusen bilden wir Paare:



Roter Rock/Schwarze Bluse
Roter Rock/Blaue Bluse
Roter Rock/Rote Bluse
Roter Rock/Weiße Bluse

Weißer Rock/Schwarze Bluse
Weißer Rock/Blaue Bluse
Weißer Rock/Rote Bluse
Weißer Rock/Weiße Bluse

Schwarzer Rock/Schwarze Bluse
Schwarzer Rock/Blaue Bluse
Schwarzer Rock/Rote Bluse
Schwarzer Rock/Weiße Bluse

Die Paarmenge $R \times B$ (gelesen: R kreuz B) besteht aus der Menge aller Paare, deren *erster* Teil ein Element aus R und deren *zweiter* Teil ein Element von B ist.

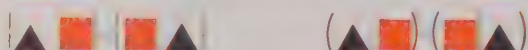
Die Elemente der Paarmenge sind demnach *geordnete Paare*, nicht aber Elemente der Mengen R oder B. (Element der Paarmenge $R \times B$ ist z. B. das Paar (Roter Rock | Weiße Bluse), nicht etwa ein Rock oder eine Bluse!)

In dem nächsten Beispiel bilden wir die Paarmenge aus Teilen unseres Mengenspieles:



Für den Mathematiker ist die Menge $\{\blacktriangle \mid \blacksquare\}$ gleich der Menge $\{\blacksquare \mid \blacktriangle\}$, das geordnete

Paar $(\blacksquare \mid \blacktriangle)$ ist aber ein anderes als dieses: $(\blacktriangle \mid \blacksquare)$



Das wird auch an dem folgenden Beispiel deutlich:

$$M_1 = \{a; b\} \quad M_2 = \{1; 2; 3\}$$

Die Paarmenge $M_1 \times M_2$ ist dann:

$$\{a; b\} \times \{1; 2; 3\} = \{(a/1); (a/2); (a/3); (b/1); (b/2); (b/3)\}$$

Bei jedem geordneten Paar der Paarmenge $M_1 \times M_2$ entstammt das erste Element aus der Menge M_1 , das zweite Element aus der Menge M_2 .

Die Paarmenge $M_2 \times M_1$ ist dagegen:

$$\{1; 2; 3\} \times \{a; b\} = \{(1/a); (1/b); (2/a); (2/b); (3/a); (3/b)\}$$

Die beiden möglichen Paarmengen aus M_1 und M_2 sind also nicht gleich, obwohl sie sogar die gleiche Anzahl von Elementen enthalten:

$$M_1 \times M_2 \neq M_2 \times M_1 \quad (\text{s. auch Gleichmächtigkeit})$$

Verknüpfungsformen der Aussagenlogik

Bereits zu Beginn dieses Kapitels über Mengenlehre wurde darauf hingewiesen, daß Begriffe der Aussagenlogik in die moderne Mathematik einbezogen wurden. Für uns sind die aussage-logischen Verknüpfungen besonders wichtig, weil sie in den Definitionen der Mengenlehre verwendet werden.

Unter dem Begriff „Aussage“ verstehen wir in diesem Zusammenhang einen Satz, von dessen Inhalt einwandfrei festgestellt ist, ob er „wahr“ (w) oder „falsch“ (f) ist, z. B.:

I) Alle Mäuse können fliegen (f)

II) $3 + 4 = 8$ (f)

III) Alle Dackel sind Hunde (w)

IV) $3 \cdot 4 = 12$ (w)

Diese vier Sätze sind Aussagen in dem verabredeten Sinne, die Aussagen I und II sind falsch, die Aussagen III und IV sind wahr. Sätze, deren Wahrheitsgehalt sich nicht bestimmen läßt, sind keine Aussagen.

Aussagen können in bestimmten Verknüpfungen erscheinen. Dabei werden die Wörtchen „und“, „oder“, „wenn – dann“ usw. teilweise anders verstanden als im alltäglichen Sprachgebrauch. Die Definition einer Verknüpfung ergibt sich stets aus dem Wahrheitswert, der ihr aus Aussage zukommt.

Die Konjunktion ($\wedge$)

Die Konjunktion $A \wedge B$ (gelesen: A und B) bedeutet, daß die Aussage $A \wedge B$ genau dann (und nur dann) wahr ist, wenn beide Aussagen (sowohl Aussage A als auch Aussage B) wahr sind.

Wenn wir die obenstehenden Beispiele mit diesem Zeichen verknüpfen, so ist die Aussage $\text{III} \wedge \text{IV}$ wahr, die Aussagen $\text{I} \wedge \text{II}$, $\text{II} \wedge \text{IV}$, $\text{III} \wedge \text{I}$ sind dagegen falsch.

Ist in einer Verknüpfung von Aussagen durch das Zeichen $\wedge$ eine der beiden Aussagen falsch, so ist auch die Aussage dieser Verknüpfung (Konjunktion) falsch.

Die Disjunktion ($\vee$)

Die Disjunktion (Adjunktion, Alternative) $A \vee B$ (gelesen: A oder B) bedeutet, daß die Aussage $A \vee B$ wahr ist, wenn eine der beiden Aussagen wahr ist oder wenn beide wahr sind.

Wenn wir die obenstehenden Beispiele auf diese Weise verknüpfen, dann ist die Aussage $\text{I} \vee \text{II}$ falsch, die Aussagen $\text{I} \vee \text{III}$, $\text{II} \vee \text{IV}$, $\text{III} \vee \text{II}$ sind wahr.

Das Wörtchen „oder“ gebrauchen wir in der Umgangssprache mit verschiedenem Wortsinn:

1. „Der Gewinner des Preisausschreibens erhält eine Afrika-Reise für zwei Personen oder 2000,— DM in bar.“ (Er bekommt sicherlich nicht beides.)
Ausschließender Gebrauch (entweder – oder)
2. Der Bewerber muß eine Fremdsprache beherrschen, Spanisch oder Italienisch wird bevorzugt. (Ein Bewerber, der spanisch und italienisch sprechen kann, wird als Bewerber sicherlich nicht ausgeschlossen.)
Nicht ausschließender Gebrauch (entweder – oder – oder beides)

In der Aussagenlogik gebrauchen wir „oder“ immer im nicht ausschließenden Sinn. Es können dadurch auch Aussagen verbunden werden, deren Inhalte nichts miteinander zu tun haben.

In einer Verknüpfung von zwei Aussagen durch das Zeichen $\vee$ ist die Aussage der Verknüpfung (Disjunktion) dann (und nur dann) falsch, wenn beide Aussagen falsch sind.

Die Negation ($\neg$)

In der Negation (Verneinung) $\neg A$ (gelesen: non A bzw. nicht A) entspricht das Zeichen $\neg$ unserem Wortgebrauch. Es bedeutet, daß die Aussage A wahr ist, wenn die Aussage $\neg A$ falsch ist, bzw.: ist die Aussage B falsch, so ist die Aussage $\neg B$ wahr.

Wenn wir die obenstehenden Beispiele verwenden, sind die Aussagen $\neg \text{I}$, $\neg \text{II}$, III , IV wahr, die Aussagen I , II , $\neg \text{III}$, $\neg \text{IV}$ falsch. Die Aussage $\neg \text{I} \wedge \text{III}$ ist demnach wahr, da beide Aussagen wahr sind.

Die Implikation ($\Rightarrow$)

Die Implikation (Subjunktion) $A \Rightarrow B$ (gelesen: wenn A, dann B) bedeutet, daß die Aussage $A \Rightarrow B$ nur dann (aber auch nur dann) falsch ist, wenn die Aussage A wahr und die Aussage B falsch ist.

Wenn wir wieder die obenstehenden Beispiele mit diesem Zeichen verknüpfen, dann sind nach dieser Definition die Aussagen $\text{I} \Rightarrow \text{III}$, $\text{II} \Rightarrow \text{I}$, $\text{III} \Rightarrow \text{IV}$ wahr.

Die Aussage: „Wenn alle Mäuse fliegen können, dann ist $3 + 4 = 8$ “ muß natürlich sinnlos erscheinen. Die Logik geht aber bei der Bestimmung von Verknüpfungen nicht auf den Inhalt der einzelnen Aussagen, sondern lediglich auf deren Wahrheitswert ein. Das erscheint zunächst

eigenartig, erleichtert aber die genaue Festlegung von bestimmten Zusammenhängen. Es wurde auch bereits zu Beginn dieses Kapitels darauf hingewiesen, daß die Umgangssprache nicht immer zur Deutung logischer Symbole herangezogen werden kann.

Die Aussage $A \Rightarrow B$ ist eben die Aussage, die dann, und nur dann falsch ist, wenn A wahr und wenn B falsch ist. Da eine Aussage nach unserer Verabredung nur wahr oder falsch sein kann, müssen alle anderen Fälle der Implikation wahr sein. (s. auch die untenstehende Wahrheitstafel)

Die Äquivalenz ($\Leftrightarrow$)

Die Äquivalenz (Bijunktion) $A \Leftrightarrow B$ (gelesen: A genau dann, wenn B) bedeutet, daß die Aussage $A \Leftrightarrow B$ dann wahr ist, wenn die Aussagen A und B beide wahr oder beide falsch sind (d. h. wenn beide Aussagen den gleichen Wahrheitswert haben.)

Wenn wir die obenstehenden Beispiele also mit diesem Zeichen verknüpfen, dann sind die Aussagen $I \Leftrightarrow II$ und $III \Leftrightarrow IV$ wahr, die Aussagen $I \Leftrightarrow III$ und $II \Leftrightarrow IV$ sind dann falsch.

Die Aussage $A \Leftrightarrow B$ hat die gleiche Bedeutung wie $(A \Rightarrow B) \wedge (B \Rightarrow A)$.

Die Wahrheitstafel

Zur Erklärung der Symbole $\neg, \vee, \Rightarrow, \Leftrightarrow$ reichen die Begriffe unserer Umgangssprache nicht aus. Die genaue Bestimmung (Definition) ergibt sich erst aus dem Wahrheitswert, den man den Aussagen oder Aussageverknüpfungen zuweist.

Aus der folgenden Tabelle kann der Wahrheitswert der besprochenen Verknüpfungen in der entsprechenden Spalte abgelesen werden:

A	w	w	f	f
B	w	f	w	f
$A \wedge B$	w	f	f	f
$A \vee B$	w	w	w	f
$A \Rightarrow B$	w	f	w	w
$A \Leftrightarrow B$	w	f	f	w

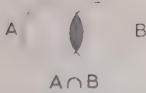
Wenn wir noch einmal unsere Beispiele (I–IV) zugrunde legen, dann sind die Verknüpfungen $III \wedge IV, II \vee IV, I \Rightarrow III, III \Leftrightarrow IV$ wahre Aussagen,

die Verknüpfungen $I \wedge III, I \vee II, IV \Rightarrow II, II \Leftrightarrow III$ falsche Aussagen.

Mengenalgebra

Die Kreisdarstellung von Mengen geht auf Leonhard Euler (Schweizer Mathematiker 1707–1783) zurück. John Venn (englischer Mathematiker 1834–1923) hat diesen „Euler-Kreis“ weiter zu den uns bereits bekannten Mengen-Diagrammen entwickelt. Die Form der Flächenbegrenzung spielt keine Rolle, die Linie, die die Menge eingrenzt, muß nur völlig geschlossen sein.

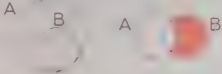
Die wichtigsten Gesetze der Mengenalgebra werden im folgenden zusammengefaßt:



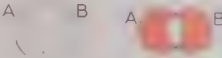
Die Elemente von A, die zugleich Element der Menge B sind, bilden die Schnittmenge
 $A \cap B = \{x | x \in A \wedge x \in B\}$



Die Mengen A und B haben kein gemeinsames Element
 $A \cap B = \emptyset$



B ist Teilmenge von A, d. h. die Menge B ist ganz in der Menge A enthalten
 $B \subset A = \{x | x \in B \Rightarrow x \in A\}$

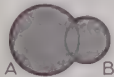


Jedes Element von A ist auch ein Element von B
 $A = B$

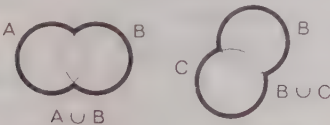
Die „leere Menge“ wurde in den obenstehenden Diagrammen rot gerastert. In den folgenden Diagrammen ist die jeweils gleiche Menge grau gerastert.



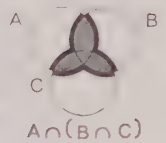
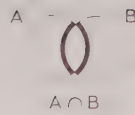
$$A \cap B = B \cap A \mid \{x | x \in A \wedge x \in B\}$$



$$A \cup B = B \cup A \mid \{x | x \in A \vee x \in B\}$$



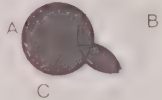
$$(A \cup B) \cup C = A \cup (B \cup C)$$



$$(A \cap B) \cap C = A \cap (B \cap C)$$



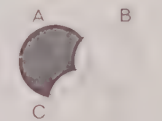
$$(A \cap B) \cup (A \cap C)$$



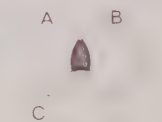
$$(A \cup B) \cap (A \cup C)$$



$$(A \setminus B) \cup (A \setminus C)$$



$$(A \setminus B) \cap (A \setminus C)$$

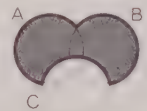


$$A \cap (B \setminus C) = (A \cap B) \setminus (A \cap C)$$

$$(A \cap B) \setminus C = A \cap (B \setminus C)$$

$$(A \cap B) \setminus C = (A \setminus C) \cap (B \setminus C)$$

$$(A \cap B) \setminus (A \cap C) = (A \setminus C) \cap (B \setminus C)$$



$$(A \cup B) \setminus C = (A \setminus C) \cup (B \setminus C)$$



$$A \setminus B = A \cap \bar{B}$$

Symbole der Aussagenlogik

Symbol:	Sprechweise:	Beispiel:
$\wedge$	„und“	$a \wedge b$ (a und b): Beide Aussagen gelten (Konjunktion)
$\vee$	„oder“	$a \vee b$ (a oder b): Eine der beiden Aussagen gilt, oder auch beide (Disjunktion)
$\neg$	„nicht“	$\neg a$ (nicht a): a gilt nicht (Negation)
$\Rightarrow$	„wenn – dann“	$a \Rightarrow b$ (wenn a , dann b): Wenn a gilt, dann gilt auch b (Implikation)
$\Leftrightarrow$	„dann, und nur dann“	$a \Leftrightarrow b$ (a dann, und nur dann, wenn b): a gilt dann, und nur dann, wenn b gilt, bzw. a gilt genau dann, wenn b gilt (Äquivalenz)

Symbole der Mengenlehre:

$\in$	„ist Element von“	$a \in A$ (a ist Element von A): a ist ein Element der Menge A
$\notin$	„ist nicht Element von“	$b \notin A$ (b ist nicht Element von A): b ist kein Element der Menge A
$\{ \dots \}$		Beschreibung einer Menge in aufzählender Form
$\{ \dots | \dots \}$	„Menge aller ..., für die“	Mengenoperator; $\{a | a \text{ ist Raumfahrer}\}$: Menge aller a , für die gilt: a ist Raumfahrer
$\subset$	„ist Teilmenge von“	$A \subset B$ (A ist Teilmenge von B)
$\cap$	„geschnitten mit“	$A \cap B$ (A geschnitten mit B): Durchschnittsmenge von A und B
$\cup$	„vereinigt mit“	$A \cup B$ (A vereinigt mit B): Vereinigungsmenge von A und B
$\{ \}$ oder $\emptyset$		„leere Menge“
	„ohne“	$A \setminus B$ (A ohne B): Restmenge von A und B
$\times$	„kreuz“	$A \times B$ (A kreuz B): Paarmenge von A und B (Kartesisches Produkt)
$\bar{A}$		Ergänzungsmenge von A (bezogen auf eine Grundmenge)
G		Grundmenge
N		Menge der natürlichen Zahlen
Z		Menge der ganzen Zahlen
Q		Menge der rationalen Zahlen

TABELLEN

Spezifische Gewichte (Dichte)

Das Gewicht ergibt sich aus dem Produkt von Rauminhalt und spezifischem Gewicht.

Baustoffe und Steine:

Basalt	3,0
Beton	2,2
Fensterglas	2,5
Gips	0,97
Granit	2,8
Marmor	2,7
Sand	≈ 1,6
Zementpulver	1,4
Ziegelstein	2,6

Holz (trocken):

Buche	0,72
Ebenholz	1,2
Eiche	0,82
Fichte	0,5
Kiefer	0,52
Kokosholz	1,4
Linde	0,52
Kork	0,24
Tanne	0,49

Gas:

Ammoniak	0,000 771
Chlor	0,003 22
Erdgas	0,000 82
Helium	0,000 18
Kohlendioxid	0,001 98
Luft	0,001 293
Sauerstoff	0,001 429
Stickstoff	0,001 25
Wasserstoff	0,000 09

Metalle:

Aluminium	2,7
Duraluminium	2,79
Blei	11,3
Eisen (Gußeisen)	7,25
Stahl, Schmiedeeisen	7,8
Gold	19,25

Kalium	0,86
Kupfer	8,93
Magnesium	1,7
Messing	8,6
Natrium	0,97
Nickel	8,8
Osmium	22,48
Platin	21,4
Quecksilber	13,6
Silber	10,5
Uran	19,05
Zink	7,1
Zinn	7,28
Bronze	8,6

Sonstige feste Stoffe:

Butter	0,95
Diamant	3,5
Eis (bis 0 °C)	0,92
Erde	1,2–1,7
Glas	2,4–2,9
Holzkohle	0,4
Kohle (Steinkohle)	1,5
Kochsalz	2,15
Porzellan	2,4
Weizen	0,8
Wachs	0,96

Flüssigkeiten:

Äther	0,72
Alkohol	0,79
Benzin	0,7
Benzol	0,88
Milch	1,03
Speiseöl	0,92
Petroleum	0,85
Schwefelsäure	1,84
Wasser	1,0
Meerwasser	1,02

Addition und Subtraktion

$$a + b = b + a$$

$$(+a) + (+b) = a + b$$

$$(-a) + (+b) = b - a$$

$$(+a) + (-b) = a - b$$

$$(-a) + (-b) = -a - b = -(a + b)$$

$$a - b = -(b - a)$$

$$(+a) - (+b) = a - b$$

$$(-a) - (+b) = -a - b = -(a + b)$$

$$(+a) - (-b) = a + b$$

$$(-a) - (-b) = b - a$$

$$a + (b + c) = (a + b) + c$$

$$a + (b - c) = (a + b) - c$$

$$a - (b + c) = a - b - c$$

$$a - (b - c) = a - b + c$$

Multiplikation und Division:

$$a \cdot b = b \cdot a$$

$$(+a) \cdot (+b) = a \cdot b$$

$$(-a) \cdot (+b) = -a \cdot b$$

$$(+a) \cdot (-b) = -a \cdot b$$

$$(-a) \cdot (-b) = a \cdot b$$

$$(a \cdot b) : c = a : c \cdot b : c$$

$$(+a \cdot b) : (+c) = a \cdot b : c$$

$$(-a \cdot b) : (+c) = -a \cdot b : c$$

$$(+a \cdot b) : (-c) = -a \cdot b : c$$

$$(-a \cdot b) : (-c) = a \cdot b : c$$

$$(a + b) \cdot (c + d) = a \cdot c + b \cdot c + a \cdot d + b \cdot d$$

$$(a - b) \cdot (c + d) = a \cdot c + b \cdot c - a \cdot d - b \cdot d$$

$$(a + b) \cdot (c - d) = a \cdot c + b \cdot c - a \cdot d - b \cdot d$$

$$(a - b) \cdot (c - d) = a \cdot c + b \cdot c - a \cdot d + b \cdot d$$

$$(a + b) \cdot (a + b) = (a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

$$(a - b) \cdot (a - b) = (a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$$

$$(a + b) \cdot (a - b) = a^2 - b^2$$

Brüche:

$$a : b = \frac{a}{b}$$

$$a : (b \cdot c) = \frac{a}{b \cdot c}$$

$$\frac{a}{b} = \frac{a \cdot m}{b \cdot m} \text{ (Erweitern)}$$

$$\frac{a}{b} : \frac{c}{d} = \frac{ad}{bd} = \frac{ch}{bd} = \frac{ad \cdot bc}{bd}$$

$$\frac{a}{b} = \frac{a : m}{b : m} \text{ (Kürzen)}$$

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} = \frac{ad - bc}{bd} \text{ (bd ist der Hauptnenner)}$$

$$\frac{a}{b} \cdot c = \frac{ac}{b}$$

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{ac}{bd}$$

$$\frac{a}{b} : c = \frac{a}{bc}$$

$$\frac{a}{b} : \frac{c}{d} = \frac{ad}{bc}$$

Potenzen und Wurzeln:

$$a \cdot a = a^2$$

$$a \cdot a \cdot a = a^3$$

$$a^2 \cdot a^2 = a^4$$

$$a^m \cdot a^n = a^{(m+n)}$$

$$a^m : a^n = a^{(m-n)}$$

$$(ab)^m = a^m \cdot b^m$$

$$(a : b)^m = a^m : b^m$$

$$(a^m)^n = a^{m \cdot n}$$

$$\sqrt{a \cdot b} = \sqrt{a} \cdot \sqrt{b}$$

$$a \sqrt{b} = \sqrt{a^2 \cdot b}$$

$$\sqrt{a : b} = \sqrt{a} : \sqrt{b}$$

Proportionen:

Ist $a : b = c : d$, so ist $ad = bc$

$$a : c = b : d$$

$$d : b = c : a$$

$$b : a = d : c$$

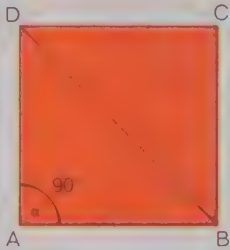
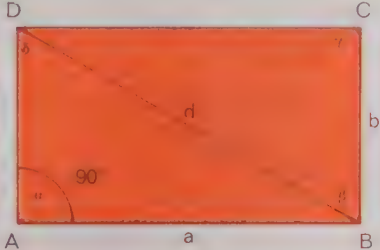
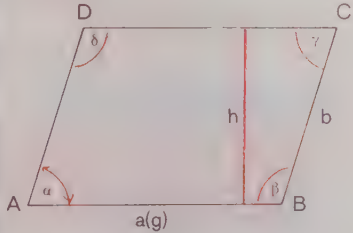
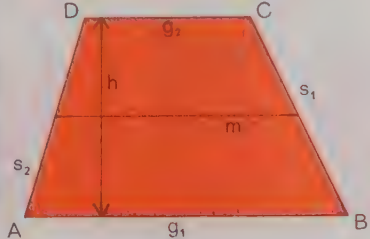
$$a = \frac{bc}{d}$$

$$b = \frac{ad}{c}$$

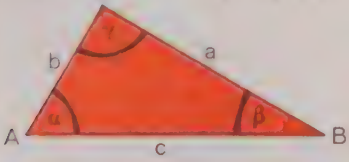
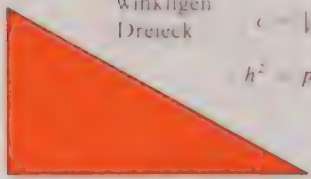
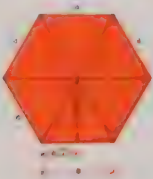
$$c = \frac{ad}{b}$$

$$d = \frac{bc}{a}$$

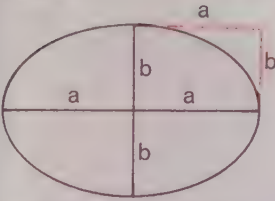
Berechnung von Flächen

Flächenform	Umfang	Flächengröße
Quadrat	$U = 4 a$	$F = a^2 = a \cdot a \quad a = \sqrt{F}$
		
Rechteck	$U = 2 a + 2 b = 2 (a + b)$	$F = a \cdot b \quad a = \frac{F}{b}; \quad b = \frac{F}{a}$
		
Parallelogramm	$U = 2 a + 2 b = 2 (a + b)$	$F = g \cdot h \quad h = \frac{F}{g}; \quad g = \frac{F}{h}$
		
Trapez	$U = a + b + c + d \quad F = m \cdot h$	$m = \frac{g_1 + g_2}{2}$
		

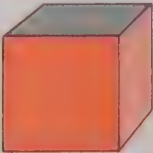
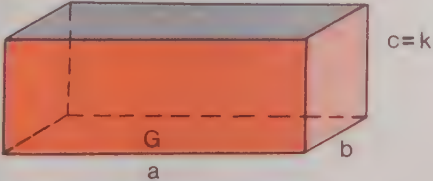
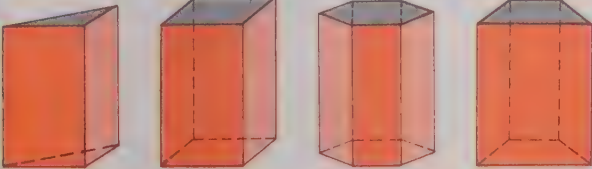
Berechnung von Flächen

Flächenform	Umfang	Flächengröße
Dreieck 	$U = a + b + c$	$F = \frac{g \cdot h}{2}$ $h = \frac{2 F}{g}; \quad g = \frac{2 F}{h}$
Im rechtwinkligen Dreieck 	$a^2 + b^2 = c^2$ $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ $h^2 = p \cdot q$	$a^2 = c^2 - b^2$ $a = \sqrt{c^2 - b^2}$ $h = \sqrt{p \cdot q}$ $b^2 = c^2 - a^2$ $b = \sqrt{c^2 - a^2}$ $p = \frac{h^2}{q}; \quad q = \frac{h^2}{p}$
	$p + q = c$ $a^2 = c \cdot q; \quad q = \frac{a^2}{c}$	$h^2 = c \cdot p; \quad p = \frac{h^2}{c}$
Regelmäßiges n-Eck 	$U = n \cdot a$	$F = \frac{a \cdot h}{2} \quad n = U \cdot \frac{h}{2} \quad h = \frac{2 F}{a \cdot n} = 2 \cdot \frac{F}{U}$
Unregelmäßiges Vieleck	$U = \text{Summe der Seiten}$	$F = \text{Flächensumme aller Teildreiecke}$
Kreis 	$U = d \cdot \pi = 2 \pi r$	$F = \pi \cdot \frac{d^2}{4} = \pi \cdot r^2 \quad r = \sqrt{\frac{F}{\pi}} = \frac{U}{2 \pi}$

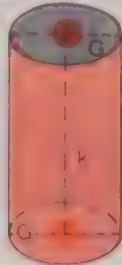
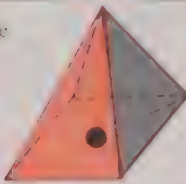
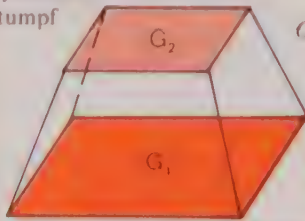
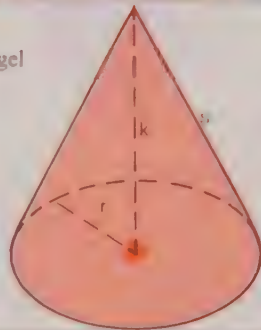
Berechnung von Flächen

Flächenform	Umfang	Flächengröße
Ellipse	$U \approx \pi (a + b)$	$F = \pi \cdot a \cdot b$
		
Flächenmaße:		
	$1 \text{ cm}^2 = 100 \text{ mm}^2$	$1 \text{ dm}^2 = 100 \text{ cm}^2 = 10000 \text{ mm}^2$
	$1 \text{ m}^2 = 100 \text{ dm}^2 = 10000 \text{ cm}^2$	$1 \text{ ha} = 10000 \text{ m}^2$
	$1 \text{ km}^2 = 100 \text{ ha} \approx 10000 \text{ a}$	$1 \text{ ha} = 100 \text{ a}^2$
		$1 \text{ a} = 100 \text{ m}^2$

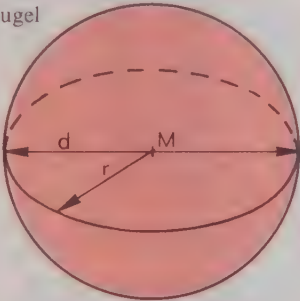
Berechnung von Körpern

Körperform	Oberfläche	$M = \text{Mantel}$	Rauminhalt (Volumen)
	Würfel	$O = 6 \cdot a^2$	$V = a \cdot a \cdot a = a^3$
Quader	$O = 2 (a \cdot b + a \cdot c + b \cdot c)$	$V = G \cdot k = a \cdot b \cdot c$	
			
Prisma	$M = \frac{U \cdot k}{2}$ $O = M + 2 G$	$V = G \cdot k$	
			

Berechnung von Körpern

Körperform	Oberfläche	M – Mantel	Rauminhalt (Volumen)
Zylinder 	$M = U \cdot k = 2 \pi r k = d \cdot \pi \cdot k$ $O = M + 2 G = \pi \cdot d (r + k)$		$V = G \cdot k = \pi \cdot r^2 \cdot k$
Pyramide 	$O = M + G$		$V = \frac{G \cdot k}{3} = \frac{1}{3} \cdot G \cdot k$
Pyramidenstumpf 	$O = M + G_1 + G_2$		$V \approx \frac{G_1 + G_2}{2} \cdot k$ $V = \frac{k}{3} (G_1 + \sqrt{G_1 \cdot G_2} + G_2)$
Kegel 	$M = \frac{U \cdot s}{2} = \pi \cdot r \cdot s$ $O = M + G = \pi \cdot r (r + s)$		$V = \frac{G \cdot k}{3} = \frac{1}{3} \cdot G \cdot k$ $V = \frac{\pi r^2 k}{3}$
Kegelstumpf 	$M = \pi \cdot s (r_1 + r_2)$ $O = M + G_1 + G_2 = \pi [r_1^2 + r_2^2 + s (r_1 + r_2)]$		$V \approx \frac{G_1 + G_2}{2} \cdot k$ $= \frac{\pi \cdot k}{2} (r_1^2 + r_2^2)$ $V = \frac{\pi \cdot k}{3} (r_1^2 + r_1 \cdot r_2 + r_2^2)$

Berechnung von Körpern

Körperform	Oberfläche	$M =$ Mantel	Rauminhalt (Volumen)
Kugel	$O = 4 \pi r^2 = \pi \cdot d^2$		$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = \frac{\pi \cdot d^3}{6}$
			
Raummaße:			
			
1 cm^3	$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3 = 1000000 \text{ cm}^3$		$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ l}$
	$1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3 = 1000000 \text{ mm}^3$		$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ l}$
	$1 \text{ cm}^3 = 1000 \text{ mm}^3$		$100 \text{ dm}^3 = 1 \text{ hl}$

Die Quadrate der Zahlen von 1 -499

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	1	4	9	16	25	36	49	64	81
1	100	121	144	169	196	225	256	289	324	361
2	400	441	484	529	576	625	676	729	784	841
3	900	961	1024	1089	1156	1225	1296	1369	1444	1521
4	1600	1681	1764	1849	1936	2025	2116	2209	2304	2401
5	2500	2601	2704	2809	2916	3025	3136	3249	3364	3481
6	3600	3721	3844	3969	4096	4225	4356	4489	4624	4761
7	4900	5041	5184	5329	5476	5625	5776	5929	6084	6241
8	6400	6561	6724	6889	7056	7225	7396	7569	7744	7921
9	8100	8281	8464	8649	8836	9025	9216	9409	9604	9801
10	10000	10201	10404	10609	10816	11025	11236	11449	11664	11881
11	12100	12321	12544	12769	12996	13225	13456	13689	13924	14161
12	14400	14641	14884	15129	15376	15625	15876	16129	16384	16641
13	16900	17161	17424	17689	17956	18225	18496	18769	19044	19321
14	19600	19881	20164	20449	20736	21025	21316	21609	21904	22201
15	22500	22801	23104	23409	23716	24025	24336	24649	24964	25281
16	25600	25921	26244	26569	26896	27225	27556	27889	28224	28561
17	28900	29241	29584	29929	30276	30625	30976	31329	31684	32041
18	32400	32761	33124	33489	33856	34225	34596	34969	35344	35721
19	36100	36481	36864	37249	37636	38025	38416	38809	39204	39601
20	40000	40401	40804	41209	41616	42025	42436	42849	43264	43681
21	44100	44521	44944	45369	45796	46225	46656	47089	47524	47961
22	48400	48841	49284	49729	50176	50625	51076	51529	51984	52441
23	52900	53361	53824	54289	54756	55225	55696	56169	56644	57121
24	57600	58081	58564	59049	59536	60025	60516	61009	61504	62001
25	62500	63001	63504	64009	64516	65025	65536	66049	66564	67081
26	67600	68121	68644	69169	69696	70225	70756	71289	71824	72361
27	72900	73441	73984	74529	75076	75625	76176	76729	77284	77841
28	78400	78961	79524	80089	80656	81225	81796	82369	82944	83521
29	84100	84681	85264	85849	86436	87025	87616	88209	88804	89401
30	90000	90601	91204	91809	92416	93025	93636	94249	94864	95481
31	96100	96721	97344	97969	98596	99225	99856	100489	101124	101761
32	102400	103041	103684	104329	104976	105625	106276	106929	107584	108241
33	108900	109561	110224	110889	111556	112225	112896	113569	114244	114921
34	115600	116281	116964	117649	118336	119025	119716	120409	121104	121801
35	122500	123201	123904	124609	125316	126025	126736	127449	128164	128881
36	129600	130321	131044	131769	132496	133225	133956	134689	135424	136161
37	136900	137641	138384	139129	139876	140625	141376	142129	142884	143641
38	144400	145161	145924	146689	147456	148225	148996	149769	150544	151321
39	152100	152881	153664	154449	155236	156025	156816	157609	158404	159201
40	160000	160801	161604	162409	163216	164025	164836	165649	166464	167281
41	168100	168921	169744	170569	171396	172225	173056	173889	174724	175561
42	176400	177241	178084	178929	179776	180625	181476	182329	183184	184041
43	184900	185761	186624	187489	188356	189225	190096	190969	191844	192721
44	193600	194481	195364	196249	197136	198025	198916	199809	200704	201601
45	202500	203401	204304	205209	206116	207025	207936	208849	209764	210681
46	211600	212521	213444	214369	215296	216225	217156	218089	219024	219961
47	220900	221841	222784	223729	224676	225625	226576	227529	228484	229441
48	230400	231361	232324	233289	234256	235225	236196	237169	238144	239121
49	240100	241081	242064	243049	244036	245025	246016	247009	248004	249001

Die Quadrate der Zahlen von 500 - 999

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	250000	251001	252004	253009	254016	255025	256036	257049	258064	259081
51	260100	261121	262144	263169	264196	265225	266256	267289	268324	269361
52	270400	271441	272484	273529	274576	275625	276676	277729	278784	279841
53	280900	281961	283024	284089	285156	286225	287296	288369	289444	290521
54	291600	292681	293764	294849	295936	297025	298116	299209	300304	301401
55	302500	303601	304704	305809	306916	308025	309136	310249	311364	312481
56	313600	314721	315844	316969	318096	319225	320356	321489	322624	323761
57	324900	326041	327184	328329	329476	330625	331776	332929	334084	335241
58	336400	337561	338724	339889	341056	342225	343396	344569	345744	346921
59	348100	349281	350464	351649	352836	354025	355216	356409	357604	358801
60	360000	361201	362404	363609	364816	366025	367236	368449	369664	370881
61	372100	373321	374544	375769	376996	378225	379456	380689	381924	383161
62	384400	385641	386884	388129	389376	390625	391876	393129	394384	395641
63	396900	398161	399424	400689	401956	403225	404496	405769	407044	408321
64	409600	410881	412164	413449	414736	416025	417316	418609	419904	421201
65	422500	423801	425104	426409	427716	429025	430336	431649	432964	434281
66	435600	436921	438244	439569	440896	442225	443556	444889	446224	447561
67	448900	450241	451584	452929	454276	455625	456976	458329	459684	461041
68	462400	463761	465124	466489	467856	469225	470596	471969	473344	474721
69	476100	477481	478864	480249	481636	483025	484416	485809	487204	488601
70	490000	491401	492804	494209	495616	497025	498436	499849	501264	502681
71	504100	505521	506944	508369	509796	511225	512656	514089	515524	516961
72	518400	519841	521284	522729	524176	525625	527076	528529	529984	531441
73	532900	534361	535824	537289	538756	540225	541696	543169	544644	546121
74	547600	549081	550564	552049	553536	555025	556516	558009	559504	561001
75	562500	564001	565504	567009	568516	570025	571536	573049	574564	576081
76	577600	579121	580644	582169	583696	585225	586756	588289	589824	591361
77	592900	594441	595984	597529	599076	600625	602176	603729	605284	606841
78	608400	609961	611524	613089	614656	616225	617796	619369	620944	622521
79	624100	625681	627264	628849	630436	632025	633616	635209	636804	638401
80	640000	641601	643204	644809	646416	648025	649636	651249	652864	654481
81	656100	657721	659344	660969	662596	664225	665856	667489	669124	670761
82	672400	674041	675684	677329	678976	680625	682276	683929	685584	687241
83	688900	690561	692224	693889	695556	697225	698896	700569	702244	703921
84	705600	707281	708964	710649	712336	714025	715716	717409	719104	720801
85	722500	724201	725904	727609	729316	731025	732736	734449	736164	737881
86	739600	741321	743044	744769	746496	748225	749956	751689	753424	755161
87	756900	758641	760384	762129	763876	765625	767376	769129	770884	772641
88	774400	776161	777924	779689	781456	783225	784996	786769	788544	790321
89	792100	793881	795664	797449	799236	801025	802816	804609	806404	808201
90	810000	811801	813604	815409	817216	819025	820836	822649	824464	826281
91	828100	829921	831744	833569	835396	837225	839056	840889	842724	844561
92	846400	848241	850084	851929	853776	855625	857476	859329	861184	863041
93	864900	866761	868624	870489	872356	874225	876096	877969	879844	881721
94	883600	885481	887364	889249	891136	893025	894916	896809	898704	900601
95	902500	904401	906304	908209	910116	912025	913936	915849	917764	919681
96	921600	923521	925444	927369	929296	931225	933156	935089	937024	938961
97	940900	942841	944784	946729	948676	950625	952576	954529	956484	958441
98	960400	962361	964324	966289	968256	970225	972196	974169	976144	978121
99	980100	982081	984064	986049	988036	990025	992016	994009	996004	998001

Quadratwurzeln der Zahlen von 1 - 499

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,000	1,000	1,414	1,732	2,000	2,236	2,449	2,646	2,828	3,000
1	3,162	3,317	3,464	3,606	3,742	3,873	4,000	4,123	4,243	4,359
2	4,472	4,583	4,690	4,796	4,899	5,000	5,099	5,196	5,292	5,385
3	5,477	5,568	5,657	5,745	5,831	5,916	6,000	6,083	6,164	6,245
4	6,325	6,403	6,481	6,557	6,633	6,708	6,782	6,856	6,928	7,000
5	7,071	7,141	7,211	7,280	7,348	7,416	7,483	7,550	7,616	7,681
6	7,746	7,810	7,874	7,937	8,000	8,062	8,124	8,185	8,246	8,307
7	8,367	8,426	8,485	8,544	8,602	8,660	8,718	8,775	8,832	8,888
8	8,944	9,000	9,055	9,110	9,165	9,220	9,274	9,327	9,381	9,434
9	9,487	9,539	9,592	9,644	9,695	9,747	9,798	9,849	9,899	9,950
10	10,000	10,050	10,100	10,149	10,198	10,247	10,296	10,344	10,392	10,440
11	10,488	10,536	10,583	10,630	10,677	10,724	10,770	10,817	10,863	10,909
12	10,954	11,000	11,045	11,091	11,136	11,180	11,225	11,269	11,314	11,358
13	11,402	11,446	11,489	11,533	11,576	11,619	11,662	11,705	11,747	11,790
14	11,832	11,874	11,916	11,958	12,000	12,042	12,083	12,124	12,166	12,207
15	12,247	12,288	12,329	12,369	12,410	12,450	12,490	12,530	12,570	12,610
16	12,649	12,689	12,728	12,767	12,806	12,845	12,884	12,923	12,961	13,000
17	13,038	13,077	13,115	13,153	13,191	13,229	13,266	13,304	13,342	13,379
18	13,416	13,454	13,491	13,528	13,565	13,601	13,638	13,675	13,711	13,748
19	13,784	13,820	13,856	13,892	13,928	13,964	14,000	14,036	14,071	14,107
20	14,142	14,177	14,213	14,248	14,283	14,318	14,353	14,387	14,422	14,457
21	14,491	14,526	14,560	14,595	14,629	14,663	14,697	14,731	14,765	14,799
22	14,832	14,866	14,900	14,933	14,967	15,000	15,033	15,067	15,100	15,133
23	15,166	15,199	15,232	15,264	15,297	15,330	15,362	15,395	15,427	15,460
24	15,492	15,524	15,556	15,588	15,620	15,652	15,684	15,716	15,748	15,780
25	15,811	15,843	15,875	15,906	15,937	15,969	16,000	16,031	16,062	16,093
26	16,125	16,156	16,186	16,217	16,248	16,279	16,310	16,340	16,371	16,401
27	16,432	16,462	16,492	16,523	16,553	16,583	16,613	16,643	16,673	16,703
28	16,733	16,763	16,793	16,823	16,852	16,882	16,912	16,941	16,971	17,000
29	17,029	17,059	17,088	17,117	17,146	17,176	17,205	17,234	17,263	17,292
30	17,321	17,349	17,378	17,407	17,436	17,464	17,493	17,521	17,550	17,578
31	17,607	17,635	17,664	17,692	17,720	17,748	17,776	17,804	17,833	17,861
32	17,889	17,916	17,944	17,972	18,000	18,028	18,056	18,083	18,111	18,138
33	18,166	18,193	18,221	18,248	18,276	18,303	18,330	18,358	18,385	18,412
34	18,439	18,466	18,493	18,520	18,547	18,574	18,601	18,628	18,655	18,682
35	18,708	18,735	18,762	18,788	18,815	18,841	18,868	18,894	18,921	18,947
36	18,974	19,000	19,026	19,053	19,079	19,105	19,131	19,157	19,183	19,209
37	19,235	19,261	19,287	19,313	19,339	19,365	19,391	19,417	19,442	19,468
38	19,494	19,519	19,545	19,570	19,596	19,621	19,647	19,672	19,698	19,723
39	19,748	19,774	19,799	19,824	19,849	19,875	19,900	19,925	19,950	19,975
40	20,000	20,025	20,050	20,075	20,100	20,125	20,149	20,174	20,199	20,224
41	20,249	20,273	20,298	20,322	20,347	20,372	20,396	20,421	20,445	20,469
42	20,494	20,518	20,543	20,567	20,591	20,616	20,640	20,664	20,688	20,712
43	20,736	20,761	20,785	20,809	20,833	20,857	20,881	20,905	20,928	20,952
44	20,976	21,000	21,024	21,048	21,071	21,095	21,119	21,142	21,166	21,190
45	21,213	21,237	21,260	21,284	21,307	21,331	21,354	21,378	21,401	21,424
46	21,448	21,471	21,494	21,517	21,541	21,564	21,587	21,610	21,633	21,656
47	21,679	21,703	21,726	21,749	21,772	21,795	21,817	21,840	21,863	21,886
48	21,909	21,932	21,955	21,977	22,000	22,023	22,045	22,068	22,091	22,113
49	22,136	22,159	22,181	22,204	22,226	22,249	22,271	22,293	22,316	22,338

Quadratwurzeln der Zahlen von 500 - 999

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	22,361	22,383	22,405	22,428	22,450	22,472	22,494	22,517	22,539	22,561
51	22,583	22,605	22,627	22,650	22,672	22,694	22,716	22,738	22,760	22,782
52	22,804	22,825	22,847	22,869	22,891	22,913	22,935	22,957	22,978	23,000
53	23,022	23,043	23,065	23,087	23,108	23,130	23,152	23,173	23,195	23,216
54	23,238	23,259	23,281	23,302	23,324	23,345	23,367	23,388	23,409	23,431
55	23,452	23,473	23,495	23,516	23,537	23,558	23,580	23,601	23,622	23,643
56	23,664	23,685	23,707	23,728	23,749	23,770	23,791	23,812	23,833	23,854
57	23,875	23,896	23,917	23,937	23,958	23,979	24,000	24,021	24,042	24,062
58	24,083	24,104	24,125	24,145	24,166	24,187	24,207	24,228	24,249	24,269
59	24,290	24,310	24,331	24,352	24,372	24,393	24,413	24,434	24,454	24,474
60	24,495	24,515	24,536	24,556	24,576	24,597	24,617	24,637	24,658	24,678
61	24,698	24,718	24,739	24,759	24,779	24,799	24,819	24,839	24,860	24,880
62	24,900	24,920	24,940	24,960	24,980	25,000	25,020	25,040	25,060	25,080
63	25,100	25,120	25,140	25,159	25,179	25,199	25,219	25,239	25,259	25,278
64	25,298	25,318	25,338	25,357	25,377	25,397	25,417	25,436	25,456	25,476
65	25,495	25,515	25,534	25,554	25,573	25,593	25,612	25,632	25,652	25,671
66	25,690	25,710	25,729	25,749	25,768	25,788	25,807	25,826	25,846	25,865
67	25,884	25,904	25,923	25,942	25,962	25,981	26,000	26,019	26,038	26,058
68	26,077	26,096	26,115	26,134	26,153	26,173	26,192	26,211	26,230	26,249
69	26,268	26,287	26,306	26,325	26,344	26,363	26,382	26,401	26,420	26,439
70	26,458	26,476	26,495	26,514	26,533	26,552	26,571	26,589	26,608	26,627
71	26,646	26,665	26,683	26,702	26,721	26,739	26,758	26,777	26,796	26,814
72	26,833	26,851	26,870	26,889	26,907	26,926	26,944	26,963	26,982	27,000
73	27,019	27,037	27,055	27,074	27,092	27,111	27,129	27,148	27,166	27,185
74	27,203	27,221	27,240	27,258	27,276	27,295	27,313	27,331	27,350	27,368
75	27,386	27,404	27,423	27,441	27,459	27,477	27,495	27,514	27,532	27,550
76	27,568	27,586	27,604	27,623	27,641	27,659	27,677	27,695	27,713	27,731
77	27,749	27,767	27,785	27,803	27,821	27,839	27,857	27,875	27,893	27,911
78	27,928	27,946	27,964	27,982	28,000	28,018	28,036	28,054	28,071	28,089
79	28,107	28,125	28,142	28,160	28,178	28,196	28,213	28,231	28,249	28,267
80	28,284	28,302	28,320	28,337	28,355	28,373	28,390	28,408	28,425	28,443
81	28,461	28,478	28,496	28,513	28,531	28,548	28,566	28,583	28,601	28,618
82	28,636	28,653	28,671	28,688	28,705	28,723	28,740	28,758	28,775	28,792
83	28,810	28,827	28,844	28,862	28,879	28,896	28,914	28,931	28,948	28,965
84	28,983	29,000	29,017	29,034	29,052	29,069	29,086	29,103	29,120	29,138
85	29,155	29,172	29,189	29,206	29,223	29,240	29,257	29,275	29,292	29,309
86	29,326	29,343	29,360	29,377	29,394	29,411	29,428	29,445	29,462	29,479
87	29,496	29,513	29,530	29,547	29,563	29,580	29,597	29,614	29,631	29,648
88	29,665	29,682	29,698	29,715	29,732	29,749	29,766	29,783	29,799	29,816
89	29,833	29,850	29,866	29,883	29,900	29,917	29,933	29,950	29,967	29,983
90	30,000	30,017	30,033	30,050	30,067	30,083	30,100	30,116	30,133	30,150
91	30,166	30,183	30,199	30,216	30,232	30,249	30,266	30,282	30,299	30,315
92	30,332	30,348	30,364	30,381	30,397	30,414	30,430	30,447	30,463	30,480
93	30,496	30,512	30,529	30,545	30,561	30,578	30,594	30,610	30,627	30,643
94	30,659	30,676	30,692	30,708	30,725	30,741	30,757	30,773	30,790	30,806
95	30,822	30,838	30,854	30,871	30,887	30,903	30,919	30,935	30,952	30,968
96	30,984	31,000	31,016	31,032	31,048	31,064	31,081	31,097	31,113	31,129
97	31,145	31,161	31,177	31,193	31,209	31,225	31,241	31,257	31,273	31,289
98	31,305	31,321	31,337	31,353	31,369	31,385	31,401	31,417	31,433	31,448
99	31,464	31,480	31,496	31,512	31,528	31,544	31,559	31,575	31,591	31,607

Die Primzahlen von 1-1000

2	43	101	167	233	307	383	457	541	601	677	761	853	937
3	47	103	173	239	311	389	461	547	607	683	769	857	941
5	53	107	179	241	313	397	463	557	613	691	773	859	947
7	59	109	181	251	317		467	563	617		787	863	953
11	61	113	191	257	331	401	479	569	619	701	797	877	967
13	67	127	193	263	337	409	487	571	631	709		881	971
17	71	131	197	269	347	419	491	577	641	719	809	883	977
19	73	137	199	271	349	421	499	587	643	727	811	887	983
23	79	139		277	353	431		593	647	733	821		991
29	83	149	211	281	359	433	503	599	653	739	823	907	997
31	89	151	223	283	367	439	509		659	743	827	911	
37	97	157	227	293	373	443	521		661	751	829	919	
41		163	229		379	449	523		673	757	839	929	

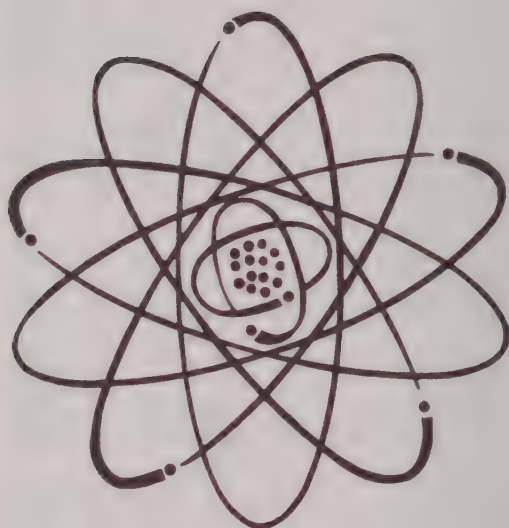
Zerlegen in Primfaktoren

Zahlen, die durch 2, 3, 5, 7 und 11 teilbar sind, werden nicht aufgeführt

169 = 13 · 13	817 = 19 · 43	1313 = 13 · 101	1703 = 13 · 131	2117 = 29 · 73
	841 = 29 · 29	1333 = 31 · 43	1711 = 29 · 59	2119 = 13 · 163
221 = 13 · 17	851 = 23 · 27	1339 = 13 · 103	1717 = 17 · 101	2147 = 19 · 113
247 = 13 · 19	871 = 13 · 67	1343 = 17 · 79	1739 = 37 · 47	2159 = 17 · 127
289 = 17 · 17	893 = 19 · 47	1349 = 19 · 71	1751 = 17 · 103	2171 = 13 · 167
299 = 13 · 23	899 = 29 · 31	1357 = 23 · 59	1763 = 41 · 43	2173 = 41 · 53
		1363 = 29 · 47	1769 = 29 · 61	2183 = 37 · 59
323 = 17 · 19	901 = 17 · 53	1369 = 37 · 37	1781 = 13 · 137	2197 = 13 · 13 · 13
361 = 19 · 19	923 = 13 · 71	1387 = 19 · 73		
377 = 13 · 29	943 = 23 · 41	1391 = 13 · 107	1807 = 13 · 139	2201 = 31 · 71
391 = 17 · 23	949 = 13 · 73		1817 = 23 · 79	2209 = 47 · 47
	961 = 31 · 31	1403 = 23 · 61	1819 = 17 · 107	2227 = 17 · 131
403 = 13 · 31	989 = 23 · 43	1411 = 17 · 83	1829 = 31 · 59	2231 = 23 · 97
437 = 19 · 23		1417 = 13 · 109	1843 = 19 · 97	2249 = 13 · 173
481 = 13 · 37	1003 = 17 · 59	1457 = 31 · 47	1849 = 43 · 43	2257 = 37 · 61
493 = 17 · 29	1007 = 19 · 53	1469 = 13 · 113	1853 = 17 · 109	2263 = 31 · 73
	1027 = 13 · 79		1891 = 31 · 61	2279 = 43 · 53
527 = 17 · 31	1037 = 17 · 61	1501 = 19 · 79		2291 = 29 · 79
529 = 23 · 23	1073 = 29 · 37	1513 = 17 · 89	1909 = 23 · 83	
533 = 13 · 41	1079 = 13 · 83	1517 = 37 · 41	1919 = 19 · 101	2323 = 23 · 101
551 = 19 · 29	1081 = 23 · 47	1537 = 29 · 53	1921 = 17 · 113	2327 = 13 · 179
559 = 13 · 43		1541 = 23 · 67	1927 = 41 · 47	2329 = 17 · 137
589 = 19 · 31	1121 = 19 · 59	1577 = 19 · 83	1937 = 13 · 149	2353 = 13 · 181
	1139 = 17 · 67	1591 = 37 · 43	1943 = 29 · 67	2363 = 17 · 139
611 = 13 · 47	1147 = 31 · 37		1957 = 19 · 103	2369 = 23 · 103
629 = 17 · 37	1157 = 13 · 89	1633 = 23 · 71	1961 = 37 · 53	
667 = 23 · 29	1159 = 19 · 61	1643 = 31 · 53	1963 = 13 · 151	2407 = 29 · 83
689 = 13 · 53	1189 = 29 · 41	1649 = 17 · 97		2413 = 19 · 127
697 = 17 · 41		1651 = 13 · 127	2021 = 43 · 47	2419 = 41 · 59
	1207 = 17 · 71	1679 = 23 · 73	2033 = 19 · 107	2449 = 31 · 79
703 = 19 · 37	1219 = 23 · 53	1681 = 41 · 41	2041 = 13 · 157	2461 = 23 · 107
713 = 23 · 31	1241 = 17 · 73	1691 = 19 · 89	2047 = 23 · 89	2479 = 37 · 67
731 = 17 · 43	1247 = 29 · 43		2059 = 29 · 71	2483 = 13 · 191
767 = 13 · 59	1261 = 13 · 97		2071 = 19 · 109	2489 = 19 · 131
779 = 19 · 41	1271 = 31 · 41		2077 = 31 · 67	2491 = 47 · 53
793 = 13 · 61	1273 = 19 · 67			
799 = 17 · 47				

Die Bogenlängen (arc) eines Kreises mit dem Radius 1

Bogenlänge		Bogenlänge		Bogenlänge		Bogenlänge		Bogenlänge		Bogenlänge	
Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad
1	0,0175	31	0,5411	61	1,0647	91	1,5882	121	2,1118	151	2,6354
2	0,0349	32	0,5585	62	1,0821	92	1,6057	122	2,1293	152	2,6529
3	0,0524	33	0,5760	63	1,0996	93	1,6232	123	2,1468	153	2,6704
4	0,0698	34	0,5934	64	1,1170	94	1,6406	124	2,1642	154	2,6878
5	0,0873	35	0,6109	65	1,1345	95	1,6581	125	2,1817	155	2,7053
6	0,1047	36	0,6283	66	1,1519	96	1,6755	126	2,1991	156	2,7227
7	0,1222	37	0,6458	67	1,1694	97	1,6930	127	2,2166	157	2,7402
8	0,1396	38	0,6632	68	1,1868	98	1,7104	128	2,2340	158	2,7576
9	0,1571	39	0,6807	69	1,2043	99	1,7279	129	2,2515	159	2,7751
10	0,1745	40	0,6981	70	1,2217	100	1,7453	130	2,2689	160	2,7925
11	0,1920	41	0,7156	71	1,2392	101	1,7628	131	2,2864	161	2,8100
12	0,2094	42	0,7330	72	1,2566	102	1,7802	132	2,3038	162	2,8274
13	0,2269	43	0,7505	73	1,2741	103	1,7977	133	2,3213	163	2,8449
14	0,2443	44	0,7679	74	1,2915	104	1,8151	134	2,3387	164	2,8623
15	0,2618	45	0,7854	75	1,3090	105	1,8326	135	2,3562	165	2,8798
16	0,2793	46	0,8029	76	1,3265	106	1,8500	136	2,3736	166	2,8972
17	0,2967	47	0,8203	77	1,3439	107	1,8675	137	2,3911	167	2,9147
18	0,3142	48	0,8378	78	1,3614	108	1,8850	138	2,4086	168	2,9322
19	0,3316	49	0,8552	79	1,3788	109	1,9024	139	2,4260	169	2,9496
20	0,3491	50	0,8727	80	1,3963	110	1,9199	140	2,4435	170	2,9671
21	0,3665	51	0,8901	81	0,4137	111	1,9373	141	2,4609	171	2,9845
22	0,3840	52	0,9076	82	1,4312	112	1,9548	142	2,4784	172	3,0020
23	0,4014	53	0,9250	83	1,4486	113	1,9722	143	2,4958	173	3,0194
24	0,4189	54	0,9425	84	1,4661	114	1,9897	144	2,5133	174	3,0369
25	0,4363	55	0,9599	85	1,4835	115	2,0071	145	2,5307	175	3,0543
26	0,4538	56	0,9774	86	1,5010	116	2,0246	146	2,5482	176	3,0718
27	0,4712	57	0,9948	87	1,5184	117	2,0420	147	2,5656	177	3,0892
28	0,4887	58	1,0123	88	1,5359	118	2,0595	148	2,5831	178	3,1067
29	0,5061	59	1,0297	89	1,5533	119	2,0769	149	2,6005	179	3,1241
30	0,5236	60	1,0472	90	1,5708	120	2,0944	150	2,6180	180	3,1416
Minuten	Bogenlänge	Minuten	Bogenlänge	Minuten	Bogenlänge	Sekunden	Bogenlänge	Sekunden	Bogenlänge	Sekunden	Bogenlänge
1	0,0003	21	0,0061	41	0,0119	1	0,0000	21	0,0001	41	0,0002
2	0,0006	22	0,0064	42	0,0122	2	0,0000	22	0,0001	42	0,0002
3	0,0009	23	0,0067	43	0,0125	3	0,0000	23	0,0001	43	0,0002
4	0,0012	24	0,0070	44	0,0128	4	0,0000	24	0,0001	44	0,0002
5	0,0015	25	0,0073	45	0,0131	5	0,0000	25	0,0001	45	0,0002
6	0,0017	26	0,0076	46	0,0134	6	0,0000	26	0,0001	46	0,0002
7	0,0020	27	0,0079	47	0,0137	7	0,0000	27	0,0001	47	0,0002
8	0,0023	28	0,0081	48	0,0140	8	0,0000	28	0,0001	48	0,0002
9	0,0026	29	0,0084	49	0,0143	9	0,0000	29	0,0001	49	0,0002
10	0,0029	30	0,0087	50	0,0145	10	0,0000	30	0,0001	50	0,0002
11	0,0032	31	0,0090	51	0,0148	11	0,0001	31	0,0002	51	0,0003
12	0,0035	32	0,0093	52	0,0151	12	0,0001	32	0,0002	52	0,0003
13	0,0038	33	0,0096	53	0,0154	13	0,0001	33	0,0002	53	0,0003
14	0,0041	34	0,0099	54	0,0157	14	0,0001	34	0,0002	54	0,0003
15	0,0044	35	0,0102	55	0,0160	15	0,0001	35	0,0002	55	0,0003
16	0,0047	36	0,0105	56	0,0163	16	0,0001	36	0,0002	56	0,0003
17	0,0049	37	0,0108	57	0,0166	17	0,0001	37	0,0002	57	0,0003
18	0,0052	38	0,0111	58	0,0169	18	0,0001	38	0,0002	58	0,0003
19	0,0055	39	0,0113	59	0,0172	19	0,0001	39	0,0002	59	0,0003
20	0,0058	40	0,0116	60	0,0175	20	0,0001	40	0,0002	60	0,0003



PHYSIK

von Karl-Ferdinand Laurich

Die Physik war immer eine Wissenschaft, die in der Stille geforscht hat. Erst in unserem Jahrhundert ist sie ins Rampenlicht der Öffentlichkeit getreten. Volkshochschulen, Rundfunk und Fernsehen haben sie breitesten Bevölkerungsschichten zugänglich gemacht. Der Mensch ist durch die hochentwickelte Technik ständig von physikalischen Problemen und Phänomenen umgeben. Computer sind in unser Dasein getreten, amerikanische Astronauten betraten den Mond – überall Physik!

In den folgenden Kapiteln sollen in knapper Form die wichtigsten physikalischen Erkenntnisse und Gesetze beschrieben und physikalische Zusammenhänge deutlich gemacht werden.

Inhaltsübersicht

MECHANIK 447

Formelzeichen der Mechanik 447

Längen- und Zeitmessung 448

Längenmessung 448

Zeitmessung 449

Die Bewegung 449

Die geradlinig gleichförmige Bewegung 449

Die gleichmäßig beschleunigte Bewegung 450

Die gleichförmige Bewegung im Kreis 450

Geschwindigkeiten (km/h) 450

Bremsweg von Kraftfahrzeugen 450

Masse und Kraft 450

Gewicht und Masse 450

Trägheit 451

Die Prinzipien der Mechanik 451

Das Trägheits-, das Aktions- und das Reaktionsprinzip 451

Der Impuls 452

Der Impulserhaltungssatz 452

Arbeit und Energie 452

Die Arbeit 452

Die potentielle Energie (Energie der Lage) 452

Die kinetische Energie (Energie der Bewegung) 452

Der Energieerhaltungssatz 453

Leistung und Wirkung 453

Der Stoß 454

Der unelastische Stoß 454

Der elastische Stoß 454

Mechanik starrer Körper 455

Das Parallelogramm der Kräfte 455

Gleichgewichtsbedingung für den starren Körper 455

Das Gleichgewicht am Hebel 456

Das Kräftepaar 457

Der Schwerpunkt 457

Die verschiedenen Arten des Gleichgewichts 458

Die Standfestigkeit 458

Das Trägheitsmoment 458

Der Drehimpuls 458

Reibung zwischen festen Körpern 459

Mechanik deformierbarer Körper 460

Der Druck 460

Der Schweredruck 460

Kommunizierende Röhren 460

Auftrieb 462

Das Boyle-Mariottesche Gesetz 462

Der Atmosphärendruck 462

Die kinetische Gastheorie 463

Strömung in Flüssigkeiten und Gasen 463

Raketen, Satelliten, Raumschiffe 464

Schwingungen von Massepunkten 466

Die Definition der Schwingung 466

Die Schwingungsform 466

Die Überlagerung von Schwingungen (Interferenz) 466

Eigenschwingungen deformierbarer Körper 467

Die Welle 468

Stehende Wellen 469

Das Huygen-Fresnelsche Prinzip 469

Das Reflexionsgesetz 469

Das Brechungsgesetz 469

Das Beugungsgitter 469

AKUSTIK 470

Der Schall 470

Die Schallgeschwindigkeit 470

Geräusche, Klänge, Töne 470

Reflexion von Schallwellen 471

Stehende Schallwellen 471

Der akustische Doppler-Effekt 471

Der Überschall-Knall 471

Echo und Echolot 472

Ultraschall 472

WÄRMELEHRE 473

Formelzeichen der Wärmelehre 473

Temperatur 473

Die Temperaturskala 473

Thermometer 474

Die absolute Temperatur 474

Verschiedene Thermometer 475

Wärmemenge 476

Thermische Ausdehnung 476

Die lineare Ausdehnung 476

Die kubische Ausdehnung 477

Zustandsänderungen von Gasen in Abhängigkeit von der Temperatur 477

Abhängigkeit des Volumens von der Temperatur bei konstantem Druck 477

Abhängigkeit des Druckes von der Temperatur bei konstantem Volumen 478

Die Zustandsgleichung idealer Gase 478

Wärmeleitung 479

Wärmeleitfähigkeit 479

Wärmeübergangszahl, Wärmedurchgangszahl 479

Wärmeleitung durch Konvektion 479

Diffusion 480

Die verschiedenen Aggregatzustände 480

Das Nebeneinander von Flüssigkeit und Dampf, festen Körpern und Flüssigkeiten 480

Die kinetische Wärmetheorie 482
Die Brownsche Molekularbewegung 483
Der erste Hauptsatz der Wärmelehre 483
Das mechanische Wärmeäquivalent 484
Die Entropie 484
Entropie und Wahrscheinlichkeit 484
Der zweite Hauptsatz der Wärmelehre 484

Wärmekraftmaschinen 485
Wirkungsgrad (Nutzeffekt) 485
Dampfmaschinen 485
Dampfturbinen 486
Explosionsmotoren 486
Der Viertaktmotor 486
Der Zweitaktmotor 486
Der Dieselmotor 486
Der Wankelmotor 487
Das Turbinen-Strahltriebwerk 489
Das Zweistromtriebwerk 489
Das Staustrahltriebwerk 489

OPTIK 490

Formelzeichen der Optik 490

Geometrische Optik 490
Reflexionsgesetz 490
Bilderzeugung an Spiegeln 491
Der ebene Spiegel 491
Der sphärische Spiegel 491
Das Brechungsgesetz 491
Durchgang des Lichtes durch planparallele Platten 492
Ablenkung des Lichtes im Prisma 492
Linsen 492
Abbildung durch Linsen 493
Linsenfehler 494

Optische Instrumente 494
Die Lupe 494
Das Mikroskop 494
Fernrohre 495
Das Keplersche Fernrohr 495
Das Erdfernrohr 495
Das Galileische Fernrohr 495
Das Prismenfernrohr 495

Das Diaskop 496
Das Episkop 496
Das Filmgerät 496
Der Photoapparat 496
Photometrie 497
Die Lichtstärke 497
Die Beleuchtungsstärke 497
Die Leuchtdichte 498
Die Lichtgeschwindigkeit 498

Wellenoptik 498
Die Wellennatur des Lichtes 498
Dispersion des Lichtes 499
Der Regenbogen 499
Streuung des Lichtes in der Atmosphäre 500
Die korpuskulare Natur des Lichtes 500
Der Laserstrahl 500

ELEKTRIZITÄT 503

Formelzeichen der Elektrizitätslehre 503
Elektrische Schaltzeichen 504
Elektrostatik 505
Die elektrische Ladung 505
Elektrostatische Ladungseinheit 506
Die Stromstärke 506
Die Spannung 507
Das elektrische Feld 507
Die Kapazität 508
Kondensatoren 508
Verschiebungspolarisation 509
Orientierungspolarisation 509
Polarisation ohne äußeres Feld (Piezoelektrischer Effekt) 509

Magnetostatik 510

Das Magnetfeld der Erde 510
Magnet und Magnetfeld 510
Ferromagnetismus 510

Magnetisierung 510
Entmagnetisierung 511

Stationäre Ströme 512

Der elektrische Strom 512
Die Sicherung 513
Die Glühlampe 513
Die Leuchtstoffröhre 513
Schaltung von Lampen 514

Der Widerstand 514

Widerstände der IEC-Reihe E 12 515
Farbschlüssel für Widerstände 515
Leitfähigkeit und spezifischer Widerstand einiger Wirkstoffe 515

Das Ohmsche Gesetz 516

Die Kirchhoffschen Gesetze 516
Hintereinanderschaltung von Widerständen 516
Parallelschaltung von Widerständen 516

Energie und Leistung des Stromes 517

Das Joulesche Gesetz 518

Anwendung der Kirchhoffschen Gesetze 518
Erweiterung des Meßbereiches eines Amperemeters 519
Erweiterung des Meßbereiches eines Voltmeters 519

Durchgang elektrischer Ströme durch nicht-metallische Flüssigkeiten (Elektrolyse) 520

Die Faradayschen Gesetze 520

Galvanische Elemente 520

Thermoelektrische Erscheinungen 521

Der Seebeck-Effekt 521

Das Thermoelement 521

Statische und langsam veränderliche Magnetfelder 521

Das Magnetfeld elektrischer Gleichströme 521

Das Magnetfeld in der Umgebung eines Leiters 521

Das Magnetfeld paralleler Leiter 521

Das Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule 522

Eisen im Magnetfeld einer Spule 522

Die automatische Sicherung 522

Die Klingel 523

Kraftwirkung eines Magnetfeldes auf einen stromdurchflossenen Leiter 523

Kraftwirkung eines Magnetfeldes auf eine bewegte Ladung (Lorentz-Kraft) 524

Die elektromagnetische Induktion 524

Die Richtung der induzierten Ströme 525

Die Energie im Magnetfeld eines Stromkreises 525

Anwendung des Induktionsgesetzes 525

Erzeugung von Wechselströmen 525

Fahrrad-Lichtmaschine 526

Wechselstromgenerator 526

Drehstromgenerator 527

Die Sternschaltung 527

Die Dreieckschaltung 528

Vierleiterdrehstromnetz 528

Gleichstromgenerator 528

Gleichstrommotor 529

Die elektrische Lokomotive 530

Die elektrische Straßenbahn 530

Wechselstromgrößen 530

Phasenverschiebung 530

Spule im Wechselstromkreis 530

Kondensator im Wechselstromkreis 531

Spule, Kondensator und Ohmscher Widerstand im Wechselstromkreis 532

Transformatoren 532

Elektromagnetische Schwingungen und Wellen 533

Bandbreite und Güte 534

Gedämpfte elektrische Schwingungen 534

Ungedämpfte elektrische Schwingungen 534

Der offene Schwingkreis 534

Ausstrahlung des linearen Oszillators 535

Ausbreitung elektrischer Wellen 536

Elektrische Wellen auf Drähten 536

Konzentrische Leitungen 536

Freie elektromagnetische Wellen 536

Bewegung freier Elektronen in elektrischen und magnetischen Feldern 537

Elektron im elektrischen Feld 537

Elektron im magnetischen Feld 537

Rundfunk und Fernsehen 538

Rundfunk 538

Rundfunksender 538

Rundfunkempfänger 539

Fernsehen 540

Radar 542

Elektronenröhren 542

Die Diode 542

Die Triode 544

Die Pentode 546

Halbleiter 546

Halbleiterdioden 548

Transistoren 549

Gefahren des elektrischen Stromes 550

ATOMPHYSIK 551

Das Rutherford'sche Atommodell 551

Das Bohrsche Atommodell 551

Das periodische System der Elemente 553

Die Radioaktivität 553

Nachweis der Elementarteilchen 554

Die Wilson'sche Nebelkammer 554

Das Geiger-Müller-Zählrohr 554

Das Proportionalzählrohr 555

Der Szintillationszähler 555

Eigenschaften der α - und β -Teilchen 555

Gesetz des radioaktiven Zerfalls 555

Künstliche Radioaktivität 556

Der Aufbau der Atomkerne 557

Röntgenstrahlen 558

Das Zyklotron 558

Das Synchrotron 559

Der Linearbeschleuniger 559

Kernspaltung (Atomreaktor) 560

Atom- und Wasserstoffbombe 561

Kernverschmelzung 561

Energie 563

Energie und Energieumwandlung 563

Mechanische Energie 563

Wärme 563

Licht 564

Chemische und elektrische Energie 564

Atom- und Kernenergie 564

Energieumwandlung 565

MECHANIK

Formelzeichen der Mechanik

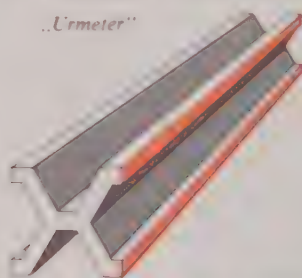
Formelzeichen	Benennung	Einheit	Bemerkungen
l	Länge	m, cm, mm	
b	Breite	m, cm, mm	
h	Höhe	m, cm, mm	
d	Dicke	m, cm, mm	
r, R	Radius (Halbmesser)	m, cm, mm	R und r bzw. D und d werden in Formeln verwendet.
d, D	Durchmesser	m, cm, mm	
A, S, F	Fläche	m ² , cm ² , mm ²	
V	Volumen (Rauminhalt)	m ³ , cm ³ , mm ³ , l	
s	Weglänge	m, cm, mm	
t, τ	Zeit	s, min, h, d, a	s = Sekunde, min = Minute, h = Stunde, d = Tag, a = Jahr
u, v, w	Geschwindigkeit	cm/s, m/s, km/h	
a, b	Beschleunigung	cm/s ² , m/s ²	
g	Erdbeschleunigung	m/s ²	
	Fallbeschleunigung		
T, τ	Zeitkonstante	s	
ω	Kreisfrequenz	1/s	$\omega = 2\pi f, \omega = 2\pi \gamma, \omega = 2\pi \frac{1}{T}$
η	Umlaufzahl, Drehzahl	1/s	
λ	Wellenlänge	m, cm, mm	
f, γ	Frequenz	Hz	(1 Hz = 1/s) Zahl der Schwin- gungen pro Sekunde
c	Fortpflanzungs- geschwindigkeit	m/s	
m	Masse	kg, g	
ρ	Dichte	kg/m ³ , g/cm ³	
γ	Wichte	kp/m ³	
F, P, K	Kraft	kp	1 dyn = 1,02 · 10 ⁻⁶ kp, 1 kp = 981 000 dyn
G	Gewichtskraft	kp	
M	Moment einer Kraft	kpm	
p	Druck	kp/m ²	1 kp/cm ² = 0,981 bar = 0,968 atm = 735,5 Torr
W	Widerstandsmoment	m ³ , cm ³ , mm ³	

Formelzeichen	Benennung	Einheit	Bemerkungen
J, θ	Massenträgheitsmoment	$\text{kp} \cdot \text{m}^2$	$J = m \cdot r^2$
A	Arbeit	kpm, kWh, erg	
E, U	Energie	kpm, kWh, erg	
P, N	Leistung	kpm s, PS	

Längen- und Zeitmessung

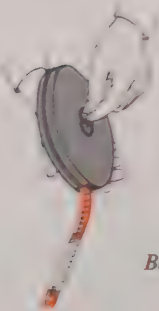
Längenmessung

Um messen zu können, bedarf es einer Bezugseinheit. Die Einheit der Länge im Dezimalsystem ist das *Meter*. Diese Längeneinheit ist durch ein sogenanntes „Urmeterr“ gegeben. Es ist der Abstand zweier Strichmarken auf einem Metallstab, der aus der sehr bestandigen und festen Legierung von 90% Platin und 10% Iridium besteht. Die in der Abbildung dargestellte besondere Form dieses Maßstabes schützt ihn weitgehend vor Verbiegungen. Nach dem Beschluß der „11. Generalkonferenz für Maß und Gewicht“ aus dem Jahre 1960 ist das Meter definiert als das 1650763,73fache einer vom Kryptonisotop $\text{Kr } 86$ ausgestrahlten Wellenlänge im Vakuum.



In der Physik sind folgende Unterteilungen des Meters gebräuchlich:

- 1 Meter [m] = 10 Dezimeter [dm]
- 1 Dezimeter [dm] = 10 Zentimeter [cm]
- 1 Zentimeter [cm] = 10 Millimeter [mm]
- 1 Millimeter [mm] = 1000 Mikron [μ]
- 1 Mikron [μ] = 1000 Millimikron [$m\mu$] = 10^{-4} cm
- 1 Millimikron [$m\mu$] = 10 Angstromeinheiten [$\text{\AA}$] = 10^{-7} cm
- 1 Angström [$\text{\AA}$] = 10^{-10} m



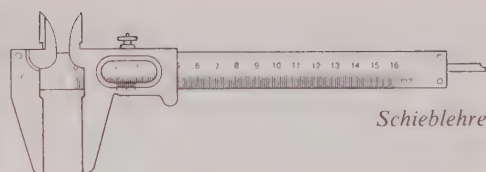
Bandmaß

Längenmessungen werden meist mit einem Maßstab oder mit einem Meterstab durchgeführt. Tischler und Zimmerleute benutzen oft einen zusammenklappbaren Gliedermaßstab, der auch Zollstock genannt wird. Landmesser verwenden, da sie große Strecken abzumessen haben, ein Bandmaß. Oft reicht aber die Meßgenauigkeit einer solchen Meßeinrichtung nicht aus. In der metallverarbeitenden Industrie müssen vorgeschriebene Maße bis auf ein Zehntel- oder ein Hundertstel-

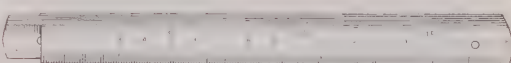
millimeter eingehalten werden. Für solche genauen Messungen werden meist *Schieblehren* verwendet. Die Schieblehre besteht aus einer Stahlschiene, auf der ein kleiner, mit einem Fenster versehener Rahmen gleitet. Schiene und Rahmen besitzen je eine Stahlbacke. Zwischen diese Backen wird das Werkstück geklemmt. Auf beiden Teilen befinden sich Teilstriche. Werden nun die beiden Backen zusammengeschoben, erkennt man, daß auf 9 mm der Hauptteilung auf der Schiene 10 Skalenteile des Rahmens (Nonius) entfallen. Ein Skalenteil des Nonius ist demnach 0,9 mm breit, d. h. daß zwischen einem Teil der Hauptskala und einem Teil des Nonius ein Unterschied von 0,1 mm besteht.

Will man mit einer Schieblehre messen, wird das Werkstück zwischen die Backen geklemmt. Dann liest man am letzten vor dem Nonius liegenden Teilstrich der Hauptskala die vollen Zentimeter und Millimeter ab. Die Zehntelmillimeter werden dort abgelesen, wo ein Teilstrich des Nonius und ein Teilstrich der Hauptskala zur Deckung gelangen.

In der Forstwirtschaft findet eine große Schieblehre mit grober Teilung zum Messen von Holz Verwendung. Sie wird *Kluppe* genannt.

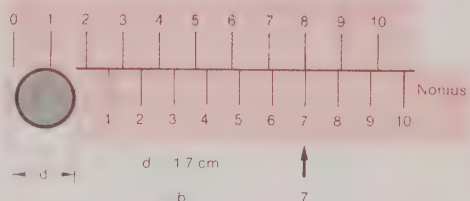


Schieblehre



Zollstock

Messen mit der Schieblehre



Zeitmessung

Auch bei der Zeitmessung muß eine Bezugseinheit gewählt werden. Dazu könnte jeder Vorgang dienen, der sich stets in der gleichen Weise wiederholt, zum Beispiel:

- der Umlauf der Erde um die Sonne,
- die Bewegung des Mondes um die Erde oder
- die Drehung der Erde um ihre Achse.

Als *Einheit der Zeit* dient die mittlere Sonnensekunde. Sie ist der 86 400. Teil eines mittleren Sonnentages und wird Sekunde genannt.

$$1 \text{ Stunde } [h] = 60 \text{ Minuten } [min] = 3600 \text{ Sekunden } [s]$$

Die Bewegung

Längen- und Zeitmessungen bilden die Grundlagen für die Beschreibung von Bewegungen. Ob ein Körper sich bewegt oder nicht, hängt immer von einem Bezugspunkt ab. Als solcher dient im allgemeinen die ruhende Erdoberfläche.

Die geradlinig gleichförmige Bewegung

Die einfachste Form einer Bewegung ist die geradlinig gleichförmige Bewegung. Sie liegt vor, wenn ein Körper auf einer geraden Bahn in gleichen Zeiten gleiche Wege zurücklegt.

Bezeichnet man mit s die in der Zeit t zurück-

gelegte Strecke, so ist das Verhältnis $\frac{s}{t}$ immer gleich, d. h. konstant.

Dieser Quotient führt zu dem Begriff der Geschwindigkeit v :

$$v = \frac{s}{t} = \text{konstant}$$

Die gleichmäßig beschleunigte Bewegung

Nun sind in der Natur die Bewegungen meistens nicht so einfach, d. h. $\frac{s}{t}$ ist im allgemeinen keine Konstante.

Werden in gleichen Zeiträumen auf geradliniger Bahn *verschieden* große Wege zurückgelegt, wirkt eine Beschleunigung *b*. Bleibt die Größe der Beschleunigung gleich, so spricht man von gleichmäßig beschleunigter Bewegung.

Beispiel:

Läßt man eine Kugel auf einer glatten Fallrinne herabrollen, so daß sie in der 1. Sekunde einen Weg von 10 cm zurücklegt, dann rollt sie in der 2. Sekunde 30 cm, in der 3. Sekunde 50 cm herab.

Die Geschwindigkeit wächst damit gleichmäßig an, der Weg nimmt von Sekunde zu Sekunde um 20 cm zu.

Dieser Befund läßt sich mathematisch folgendermaßen ausdrücken:

$$v = b \cdot t \quad (b = \text{konstant})$$

$$s = \frac{b}{2} \cdot t^2 \quad (b = \text{konstant})$$

Beispiele hierfür sind der Fall eines Körpers im luftleeren Raum (sog. „freier Fall“) oder das schon oben erwähnte Herabrollen einer Kugel auf einer „schiefen Ebene“.

Den Beispielen ist gemeinsam, daß die Beschleunigung durch eine gleichmäßige Kraft – hier die Erdanziehungskraft – verursacht wird.

Die gleichförmige Bewegung im Kreis

Die Kreisbewegung ist gleichmäßig beschleunigt. Zwar bleibt die Geschwindigkeit überall gleich, doch ändert sie ständig ihre Richtung. Bei der gleichförmigen Bewegung im Kreis ist demnach die Beschleunigung radial auf den Kreismittelpunkt gerichtet (Radial- oder Zentralbeschleunigung). Ihr Wert ist

$$b = \frac{v^2}{r}$$

Geschwindigkeiten (km/h):

Fußgänger	4–5
leiser Wind	11
Radfahrer	18
mäßiger Wind	18–25
Güterzug	30–40
starker Wind	35–45
Reitpferd	40
Personenzug	40–60
Sturm	60–70
Kraftwagen auf der Landstraße	70–100
D-Zug	90–140
Flugzeug	360–900
Schall in der Luft	1 200
Düsenflugzeug	900–3 500

Bremsweg von Kraftfahrzeugen (Faustformel):

Geschwindigkeit	40 km/h	80 km/h	100 km/h
Strecke in 0,5 s	5,6 m	11,1 m	13,9 m
Bremsweg	16 m	64 m	100 m
Gesamtstrecke	21,6 m	75,1 m	113,9 m

Faustformel: $s_b = \frac{v^2}{100}$ für den Bremsweg

Masse und Kraft

Gewicht und Masse

Auf alle Körper übt die Erde eine Anziehungskraft aus. Sie zieht die Körper senkrecht nach unten zum Erdmittelpunkt hin. Wir verstehen unter dem *Gewicht* eines Körpers die Kraft, mit der er von der Erde angezogen wird.

Diese Kraft ändert sich geringfügig mit der geographischen Lage; darum weist der gleiche Körper an verschiedenen Orten der Erde etwas unterschiedliches Gewicht auf.

Die *Einheit des Gewichts* ist das Kilopond.

Es wird durch einen Platinzylinder dargestellt, der unter 45° geographischer Breite das Gewicht von einem Liter Wasser bei 0 °C besitzt. Es ist: 1 Kilopond [kp] = 1 000 Pond [p]

1 Pond [p] = 1 000 Millipond [mp]

Unter der Masse eines Körpers versteht man seine Substanz. Sie ist im Gegensatz zum Gewicht nicht vom Ort abhängig, sondern überall gleich.

Auch auf dem Mond erfährt jeder Körper eine Anziehungskraft. Sie beträgt jedoch nur $\frac{1}{6}$ der Erdanziehungskraft. Aus diesem Grunde ist das Gewicht eines Körpers, der auf der Erde 60 kp wiegt, auf dem Mond nur 10 kp. Die Masse des Körpers ist dagegen auf dem Mond und der Erde gleich.

Die Einheit der Masse ist das Kilogramm [kg].

$$\begin{aligned} 1 \text{ kg} &= 1000 \text{ g} & (g &= \text{Gramm}) \\ 1 \text{ g} &= 1000 \text{ mg} & (mg &= \text{Milligramm}) \end{aligned}$$

Die Einheit der Kraft ist das Dyn [dyn]. Die Kraft 1 dyn erteilt einem Körper der Masse 1 g eine Beschleunigung von 1 cm/s^2 .

Neben dem dyn und dem kp gibt es noch eine weitere Einheit, das Newton (N). Es ist:

$$\begin{aligned} 1 \text{ dyn} &= 10^{-5} \text{ N} &= 1,02 \cdot 10^{-6} \text{ kp} \\ 1 \text{ N} &= 10^5 \text{ dyn} &= 0,102 \text{ kp} \\ 1 \text{ kp} &= 981000 \text{ dyn} &= 9.81 \text{ N} \end{aligned}$$

Trägheit

Bremst plötzlich eine fahrende Straßenbahn, so werden die Fahrgäste nach vorn geschleudert, denn jeder Körper versucht, den Bewegungszustand, den er hat, beizubehalten. Der Fahrgast in der Straßenbahn bewegt sich darum nach vorn, wenn der Straßenbahnwagen abgebremst wird, also zurückbleibt. Aus demselben Grund ist es gefährlich, von einem fahrenden Wagen abzuspringen. Umgekehrt fällt man nach rückwärts, wenn man auf einem Wagen steht, der plötzlich in Bewegung gesetzt wird.

Diese Eigenschaft der Körper, der Änderung einer Bewegung oder Richtung Widerstand entgegenzusetzen, nennt man Trägheit.

Die Prinzipien der Mechanik

Das Trägheitsprinzip

Jeder Körper beharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmig geradlinigen Bewegung, wenn er nicht durch äußere Kräfte gezwungen wird, diesen Zustand zu ändern.

Das Aktionsprinzip

Das Trägheitsprinzip fordert, daß ein Körper seinen Zustand der Ruhe oder Bewegung nur

dann ändert, wenn auf ihn eine Kraft wirkt. Die Änderung dieses Zustandes ist dann der Größe der einwirkenden Kraft proportional und erfolgt in der Richtung, in der die Kraft wirkt.

Mathematisch kann dies folgendermaßen formuliert werden:

$$K = m \cdot b \quad \begin{aligned} m &= \text{Masse des Körpers} \\ b &= \text{Beschleunigung} \end{aligned}$$

Nach dieser Gleichung muß also die doppelte Kraft aufgewendet werden, um einem Körper mit der Masse „2a“ die gleiche Beschleunigung zu geben, wie sie für einen Körper mit der Masse „a“ nötig wäre.

Ein spezieller Fall dieser Gleichung ($K = mb$) gibt die Erdanziehungskraft $G = m \cdot g$ wieder, wobei

$$g = 9.81 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

die Erdbeschleunigung ist.

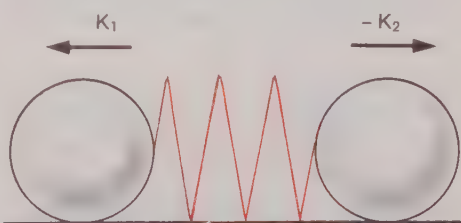
Das Reaktionsprinzip

Ein Körper ändert seine Ruhelage nicht, wenn auf ihn zwei gleichgroße, aber entgegengesetzte Kräfte einwirken. Beispielsweise bleibt das Seil beim Tauziehen in Ruhe, wenn beide Mannschaften gleich stark sind.

Es gilt also für den Gleichgewichtszustand

$$K_1 = -K_2$$

(Das negative Zeichen symbolisiert die entgegengesetzte Kraft.)



Ganz analog würde sich eine Tischplatte auch schon beim Aufstellen eines sehr leichten Gegenstandes verformen, wenn nicht eine elastische Gegenkraft nach oben wirksam wäre, die das Gewicht des Gegenstandes kompensiert.

Der Impuls

Der Impulserhaltungssatz

Um einen Körper in Bewegung zu setzen, muß eine Kraft K für eine gewisse Zeit t auf ihn einwirken. Das Produkt: $K \cdot t$ wird als *Impuls* (I) bezeichnet.

$$I = K \cdot t$$

Der Impuls läßt sich auch anders formulieren:

Es gilt

$$K = m \cdot b$$

Damit ergibt sich

$$K \cdot t = m \cdot b \cdot t$$

Da $v = b \cdot t$ ist, folgt

$$K \cdot t = m \cdot v$$

Im Gleichgewicht wird damit aus

$$K_1 = -K_2$$

$$m_1 \cdot v_1 = -m_2 \cdot v_2$$

oder

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = 0 \quad (\text{Impulserhaltungssatz})$$

Diese Beziehung ist nur dann gültig, wenn außer den beiden entgegengesetzten Kräften K_1 und K_2 keine weiteren Kräfte wirksam sind. Man bezeichnet solch eine Anordnung als ein abgeschlossenes System.

Wenn zwischen zwei oder mehreren Körpern nur innere Kräfte wirken, bleibt der Gesamtimpuls erhalten.

Arbeit und Energie

Die Arbeit

Um einen Körper, an dem eine konstante Kraft angreift, um eine Strecke s zu verschieben, muß Arbeit aufgewendet werden. Sie ist das Produkt aus Kraft k und Verschiebung s :

$$A = K \cdot s$$

Die *Einheit der Arbeit* ist das Kilopondmeter, wenn die Kraft in Kilopond und die Verschiebung in Metern gemessen wird.

Wird die Kraft in *dyn* und die Verschiebung in *cm* gemessen, ergibt sich als *Einheit* das Erg [erg]. Es ist

$$1 \text{ erg} = 1 \text{ dyn} \cdot 1 \text{ cm} \text{ oder}$$

$$1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ Joule} = 10^{-7} \text{ Nm}$$

$$1 \text{ Joule} = 1 \text{ Nm} = 0,102 \text{ kpm}$$

Die potentielle Energie (Energie der Lage)

Hebt man einen Körper von der Masse m entgegen der Erdanziehungskraft auf die Höhe h , so muß dazu die Arbeit

$$A = K \cdot h = m \cdot g \cdot h$$

aufgewendet werden. Diese Arbeit ist in dem Körper auf der Höhe h als potentielle Energie (Lageenergie) enthalten.

(Vergleiche Wasser in Staubecken, aufgezoogene Uhrfeder, Guillotine!)

Die kinetische Energie (Energie der Bewegung)

Läßt man einen Körper mit der potentiellen Energie $m \cdot g \cdot h$ fallen, so wird die Lageenergie in eine Bewegungsenergie umgewandelt.

Beim Fall ist die Fallstrecke

$$h = \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

Demzufolge ist die Arbeit

$$A = m \cdot g \cdot h = m \cdot g \cdot \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 = \frac{m}{2} \cdot g^2 \cdot t^2.$$

Da für den freien Fall $v = g \cdot t$ gilt, folgt

$$A = \frac{m}{2} \cdot v^2$$

Dieser Ausdruck wird als kinetische Energie (Bewegungsenergie) bezeichnet.

Der Energieerhaltungssatz

Die beiden vorangegangenen Tatsachen führen zu dem Begriff der Energie als der Fähigkeit, Arbeit zu verrichten. Sie zeigen weiter, daß potentielle Energie umwandelbar ist. In einem abgeschlossenen System – also in einem System, dem weder Energie zugeführt, noch entnommen wird – bleibt die Gesamtenergie konstant; d. h.: Einer Abnahme an potentieller Energie entspricht eine gleiche Zunahme an kinetischer Energie. Es gilt demnach

$$E_{kin} = - E_{pot}$$

oder

$$E_{kin} + E_{pot} = 0$$

(Energieerhaltungssatz)

Leistung und Wirkung

Unter *Leistung* versteht man Arbeit pro Zeiteinheit, also:

$$\text{Leistung} = \frac{\text{Arbeit [erg]}}{\text{Zeit [s]}}$$

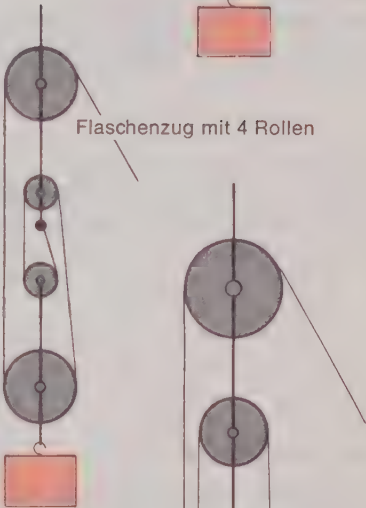
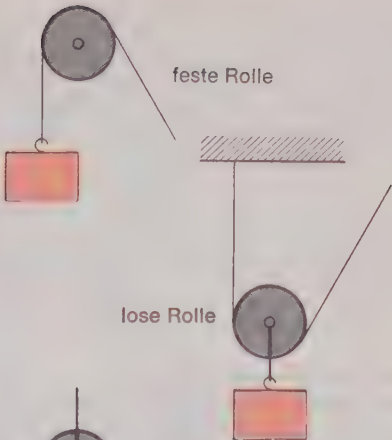
Das Produkt aus Arbeit und Zeit wird als *Wirkung* bezeichnet. Es gilt

$$\text{Wirkung} = \text{Arbeit} \cdot \text{Zeit [erg} \cdot \text{s]}$$

Einheiten der Leistung:

- 1 Joule/s = 10^7 erg/s
- 1 Watt [W] = 1 Joule/s
- 1 Kilowatt [kW] = 10^{10} erg/s
- 102 kpm/s
- 1 Pferdestärke [PS] = 75 kpm/s

(Die Dauerleistung eines Menschen beträgt nur etwa 70 W $\approx$ 0,1 PS.)



Flaschenzug mit 6 Rollen



Einrichtungen, die die Arbeit erleichtern:

(Siehe auch Zeichnungen auf Seite 453)

Die feste Rolle: Bei einer festen Rolle ist im Gleichgewicht die Kraft K genau so groß wie die Last L . Es ist

$$K = L$$

Die lose Rolle: An der losen Rolle herrscht Gleichgewicht, wenn die Kraft halb so groß ist wie die Last. Es gilt

$$K = \frac{L}{2}$$

Der Flaschenzug mit vier Rollen: An einem Flaschenzug mit vier Rollen herrscht Gleichgewicht, wenn die Kraft viermal kleiner ist als die Last. Es gilt

$$K = \frac{L}{4}$$

Der Flaschenzug mit sechs Rollen: Am Flaschenzug mit sechs Rollen herrscht Gleichgewicht, wenn die Kraft sechsmal kleiner ist als die Last. Es gilt

$$K = \frac{L}{6}$$

Aus dem bisher Gesagten folgt allgemein, daß die beim Flaschenzug aufzuwendende Kraft gleich der Last, dividiert durch die Anzahl der sich verkürzenden Leinen, ist.

Allerdings muß man beachten, daß der Flaschenzug zwar die Arbeit erleichtern, aber nicht verringern kann.

Wird eine Last von 100 kp um einen Meter gehoben, so ist dazu die Arbeit

$$A = K \cdot s = 100 \cdot 1 = 100 \text{ Kp} \cdot \text{m}$$

erforderlich.

Bei einem Flaschenzug mit vier Rollen beträgt die aufzuwendende Kraft nach

$$K = \frac{L}{4}$$

zwar nur noch den vierten Teil, jedoch ist zur Hebung der Last der vierfache Weg notwendig. „Was an Kraft gewonnen wird, geht an Weg verloren.“

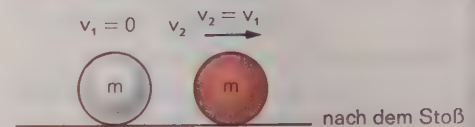
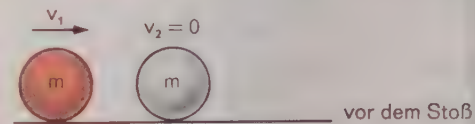
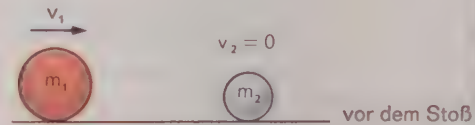
Der Stoß

Der unelastische Stoß

Man spricht vom unelastischen Stoß, wenn die stoßenden Körper nach dem Zusammenstoß nicht voneinander abprallen (z. B. zwei aufgehängte Sandsäcke). Die Bewegungsenergie, die dabei verloren geht, wird in Wärmeenergie umgewandelt.

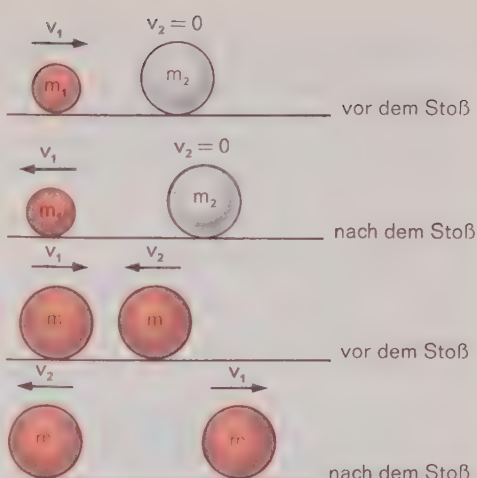
Der elastische Stoß

Beim elastischen Stoß wird kein Teil der Bewegungsenergie in Wärme umgewandelt. Hier erfolgt eine Übertragung der Bewegungsenergie von einem Körper auf den anderen. Stößt beispielsweise eine Kugel mit der Masse m und der Geschwindigkeit v_1 auf eine ruhende Kugel gleicher Masse ($v = 0$), so erfolgt ein vollkommener Austausch des Impulses der beiden Körper. Der stoßende Körper kommt zur Ruhe, und der gestoßene bewegt sich mit der gleichen Geschwindigkeit (v_1) in der ursprünglichen Richtung weiter.



War der gestoßene Körper vor dem Stoß in Ruhe, so ist die Endgeschwindigkeit des stoßenden Körpers positiv, null oder negativ, je nachdem ob die Masse des stoßenden Körpers größer, gleich oder kleiner als die des gestoßenen Körpers ist. Ist die Masse des stoßenden Körpers größer als die des gestoßenen Körpers, so behält der stoßende Körper seine Bewegungsrichtung mit verminderter Geschwindigkeit bei. Er kommt zur Ruhe, wenn beide Massen gleich sind. Ist seine Masse kleiner als die des gestoßenen Körpers, so bewegt er sich nach dem Stoß in entgegengesetzter Richtung.

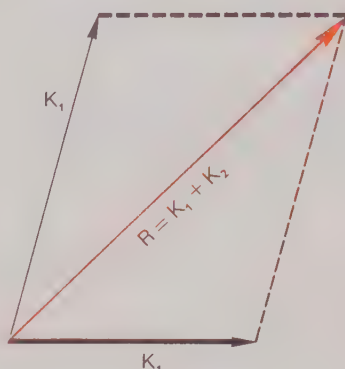
Sind beide Körper in Bewegung und sind beide Massen gleich, so bewegen sich beide Körper nach dem Stoß mit vertauschten Geschwindigkeiten. (Vergleiche Abb. rechts.)



Mechanik starrer Körper

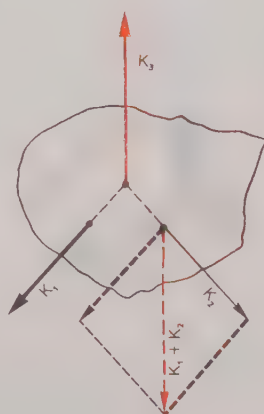
Das Parallelogramm der Kräfte

Eine Kraft ist durch Größe und Richtung gegeben. Man kann eine Kraft geometrisch durch einen Kraftvektor (gerichtete Kraft) darstellen, der den Angriffspunkt der Kraft als Ursprung hat, dessen Richtung mit der Richtung der Kraft zusammenfällt und dessen Länge so viele Längeneinheiten mißt, wie die Kraft Kräfteinheiten hat. Wirken auf einen Massepunkt gleichzeitig zwei Kräfte, so stört die eine die andere nicht. Beide Kräfte können jedoch durch die Diagonale des aus beiden Kräften gebildeten Parallelogramms ersetzt werden. Man erhält demnach die Resultierende zweier oder mehrerer Kräfte durch geometrische Addition der Teilkräfte.



Gleichgewichtsbedingung für den starren Körper

1. Wirken auf einen starren Körper drei in einer Ebene liegende Kräfte, dann befindet er sich im Gleichgewicht, wenn sich ihre Verlängerungen in einem Punkt schneiden und ihre Vektorsumme gleich Null ist. Das bedeutet, daß die Resultierende aus K_1 und K_2 entgegengesetzt gleich K_3 ist. (Siehe nebenstehende Abb.)



2. Sind zwei Kräfte parallel und gleichgerichtet, dann muß die dritte Kraft K_3 die Verbindungslinie der Angriffspunkte der Kräfte K_1 und K_2 im umgekehrten Verhältnis dieser Kräfte teilen und entgegengesetzt gerichtet sein. (Siehe nebenstehende Abb.)



Das Gleichgewicht am Hebel

Will man eine schwere Kiste anheben, so kann man sich die Arbeit erleichtern, indem man eine Stange unter die Kiste schiebt (vgl. Abb. unten). In der Nähe der Last stützt man die Stange mit einem Stein. Um das so geschaffene Widerlager dreht sich die Stange, wenn man sie an ihrem Ende nach unten drückt. Dadurch wird am entgegengesetzten Ende die Last verhältnismäßig leicht angehoben. Die Stange wirkt hier als Hebel. Die gleiche Wirkung wird erzielt, wenn man den Boden unter der Kiste als Widerlager benutzt (vgl. untere Abb.).

Die Entfernung vom Drehpunkt dieses Hebels bis zum Angriffspunkt der Kraft nennt man *Kraftarm*, die Entfernung vom Drehpunkt bis zum Angriffspunkt der Last *Lastarm*.

Am Hebel herrscht dann Gleichgewicht, wenn das Produkt aus Kraft K und Kraftarm r_2 gleich dem Produkt aus Last L und Lastarm r_1 ist:

$$r_1 \cdot L = r_2 \cdot K$$

Dieses Produkt $r \cdot K$ bezeichnet man als das *Drehmoment* der Kraft mit Bezug auf die gewählte Drehachse.

Anwendung des Hebelgesetzes



Brechstange



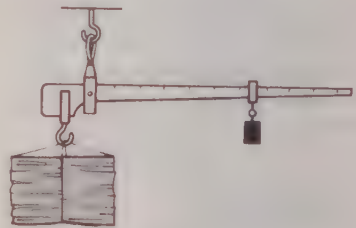
Hebestange als einseitiger Hebel



Wippe als gleicharmiger Hebel



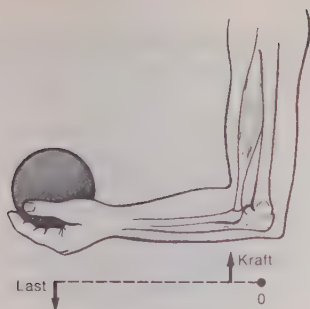
Wippe als ungleicharmiger Hebel



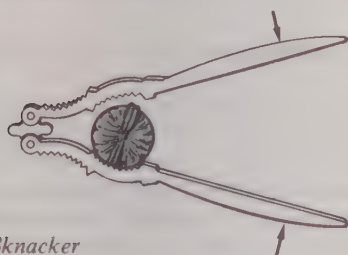
Schnellwaage



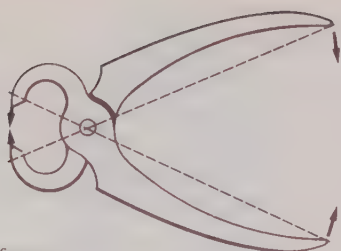
Hebestange als zweiseitiger Hebel



Unterarm als Hebel



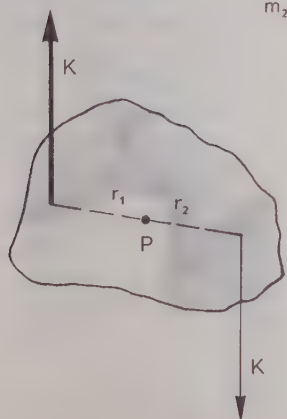
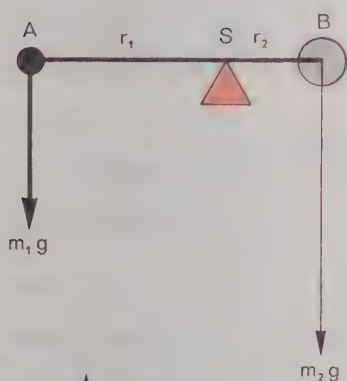
Nußknacker



Kneifzange



Schiebkarre



Das Kräftepaar

Zwei parallele, gleichgroße, aber entgegengesetzt gerichtete Kräfte, deren Angriffspunkte nicht zusammenfallen, bilden ein Kräftepaar. Ein Kräftepaar läßt sich nicht zu einer resultierenden Kraft zusammensetzen. Es bewirkt nur ein Drehmoment (vgl. Abb. oben).

Der Schwerpunkt

Unterstützt man einen Körper im Schwerpunkt, so ist er im Gleichgewicht. Um eine (gewichtlose) Stange, an deren Enden *A* und *B* Körper mit den Massen m_1 und m_2 angebracht sind, im Gleichgewicht zu halten, wenn sie im Punkt *S* unterstützt wird, müssen nach dem Satz vom Gleichgewicht am Hebel die Abstände $AS = r_1$ und $BS = r_2$ so gewählt werden, daß

$$r_1 \cdot m_1 \cdot g = r_2 \cdot m_2 \cdot g$$

ist.

Aus $r_1 m_1 = r_2 m_2$ folgt aber

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

Der Schwerpunkt *S* teilt also die Strecke $\overline{AB}$ im umgekehrten Verhältnis wie die Massen. (Vgl. Abb. links Mitte)

Die verschiedenen Arten des Gleichgewichts

Unterstützt man einen gleichförmigen Körper in seinem Schwerpunkt und legt eine Achse durch den Schwerpunkt, so bleibt der Körper bei jeder beliebigen Drehung um diese Achse im Gleichgewicht (*indifferentes Gleichgewicht*).

Geht die Achse nicht durch den Schwerpunkt des Körpers, so sind zwei Fälle möglich, in denen er keine Drehbewegung ausführt, d. h. sich im Gleichgewicht befindet:

1. Liegt der Unterstützungspunkt senkrecht über dem Schwerpunkt, so ist der Körper im *stabilen Gleichgewicht*. Nach dem Herausdrehen um einen kleineren Winkel kehrt er stets in die Gleichgewichtslage zurück.
2. Liegt der Unterstützungspunkt senkrecht unter dem Schwerpunkt, so ist das *Gleichgewicht labil*. Nach dem Herausdrehen aus der Gleichgewichtslage treten Drehmomente auf, unter deren Wirkung er sich noch weiter aus ihr entfernt.

Die Standfestigkeit

Ein Körper steht auf seiner ebenen Unterstützungsfläche stabil, solange die senkrechte Projektion seines Schwerpunktes innerhalb seiner Grundfläche liegt.

Das Trägheitsmoment

Bei Translationsbewegung, bei fortschreitender Bewegung eines Körpers also, besitzt jeder Punkt des Körpers die gleiche Geschwindigkeit v und damit die gleiche kinetische Energie:

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Bei der Rotation eines Körpers um seine Achse ist dies natürlich nicht mehr der Fall; sämtliche Punkte der Achse befinden sich in Ruhe. Die außerhalb der Achse gelegenen Punkte haben jedoch eine um so größere Geschwindigkeit, je größer ihr Abstand von der Achse ist. Alle Punkte des Körpers überstreichen in der Zeiteinheit aber den gleichen Winkel, den der Punkt mit der Drehachse bildet.

Die Rotationsgeschwindigkeit u eines Massenpunktes errechnet sich als:

$$u = r \cdot \omega$$

mit ω als Winkelgeschwindigkeit und r als Abstand des Punktes von der Achse.

Da für die kinetische Energie allgemein

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m \cdot r^2$$

gilt, ist hier anzusetzen:

$$E_{\text{kin-rot}} = \frac{1}{2} m \cdot u^2 = \frac{1}{2} m \cdot r^2 \cdot \omega^2$$

Den Ausdruck $m \cdot r^2$ bezeichnet man als das Trägheitsmoment θ bezüglich der gewählten Drehachse:

$$E_{\text{kin-rot}} = \frac{1}{2} \theta \omega^2$$

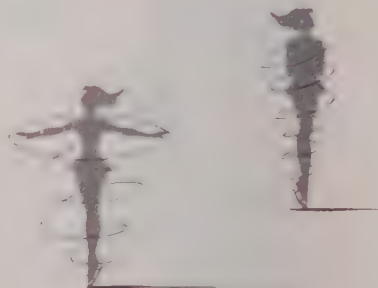
Für die Rotationsbewegung ist darum nicht die Masse, sondern das Trägheitsmoment das geeignete Maß für das Beharrungsvermögen.

Der Drehimpuls (Drall oder Impulsmoment)

Der Drehimpuls ist durch die Beziehung

$$J = \theta \cdot \omega$$

gegeben. Der Drehimpuls eines um eine feste Achse drehbaren Körpers bleibt konstant, wenn von außen keine Kräfte angreifen. Dadurch erklärt sich z. B., daß eine Eisläuferin ihre Drehgeschwindigkeit bei der Ausführung



einer Pirouette durch seitliches Anheben oder Senken der Arme vermindern oder steigern kann. Aus der Beziehung $\theta = m \cdot r^2$ ergibt sich, daß bei steigendem r (Anheben der Arme der Eisläuferin) auch das Trägheitsmoment wächst. Da der Drehimpuls $I = \theta \cdot \omega$ jedoch gleich bleiben muß, muß sich natürlich die Winkelgeschwindigkeit ω verkleinern (die Eisläuferin dreht sich langsamer). Senkt sie die Arme, wird ihre Drehgeschwindigkeit größer, da ihr Trägheitsmoment kleiner wird.

Reibung zwischen festen Körpern

Um einen Körper, der auf einer ebenen Unterlage liegt, zu verschieben, muß eine angreifende Kraft einen bestimmten Wert überschreiten, d. h. sie muß den Haftreibungswiderstand überschreiten. Dieser ist von der Größe der Berührungsfläche unabhängig. Er wächst jedoch mit der Kraft, mit der die beiden Berührungsflächen gegeneinander gedrückt werden. Wird diese Kraft mit N bezeichnet, dann ist der Haftreibungswiderstand

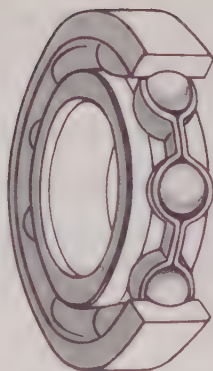
$$R = f_0 \cdot N$$

(Der Haftreibungswiderstand ist der Kraft N proportional.) Der Haftreibungskoeffizient f_0 ist eine Materialkonstante; sie ist von der Art und der Oberflächenbeschaffenheit beider sich berührenden Materialien abhängig.

Um einen Körper mit gleichförmiger Geschwindigkeit über eine horizontale Ebene zu bewegen, ist eine konstante Kraft R nötig. Sie ist im wesentlichen von der Geschwindigkeit unabhängig. Es ist

$$R = f \cdot N$$

Hierin ist f der Reibungskoeffizient. Er hängt ebenfalls vom Material und von der Beschaffenheit der Oberfläche ab. Er ist jedoch stets kleiner als der Haftreibungskoeffizient. N ist gleich dem Gewicht. In jeder Lage ist die Kraft N gleich dem Gewicht.



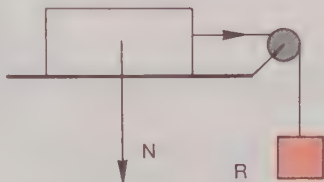
Um die Reibung zu verringern, verwendet man Kugellager



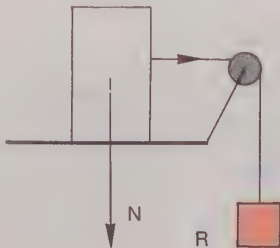
große Reibung



kleine Reibung



In jeder Lage ist die Kraft N gleich dem Gewicht



Mechanik deformierbarer Körper

Unter den Körpern unterscheidet man feste, flüssige und gasförmige Körper.

Feste Körper: Feste Körper besitzen ein bestimmtes Volumen und eine bestimmte Gestalt.

Flüssigkeiten: Flüssigkeiten besitzen ein bestimmtes Volumen, aber keine Gestalt.

Gasförmige Körper: Gase erfüllen jeden ihnen zur Verfügung stehenden Raum. Sie haben weder ein bestimmtes Volumen noch eine bestimmte Gestalt.

Der Druck

An einem früheren Beispiel wurde nachgewiesen, daß ein Körper, der auf einer Fläche ruht, auf Grund seines Gewichts auf diese eine Kraft ausübt. Diese Kraft, auf eine bestimmte Fläche bezogen, bezeichnet man als Druck.

Es ist:

$$\text{Druck } [p] = \frac{\text{Kraft } [K]}{\text{Fläche } [F]}$$

Beispiel:

Eine Nadelspitze, deren Berührungsfläche mit der Unterlage 10^{-4} cm^2 beträgt und an der die Kraft 1 kp angreift, übt einen Druck

$$p = \frac{1}{10^{-4}} \left[\frac{\text{kp}}{\text{cm}^2} \right] \\ = 10^4 \text{ Atmosphären}$$

aus.

In der Physik sind folgende *Druck-Einheiten* gebräuchlich:

$$1 \text{ dyn/cm}^2 = 1 \text{ Mikrobar} = 10^{-6} \text{ Bar}$$

$$1 \text{ kp/cm}^2 = 1 \text{ techn. Atmosphäre}$$

$$1 \text{ at} = 0,981 \text{ Bar}$$

Der Schweredruck

Den Druck, der durch das Eigengewicht einer Flüssigkeit auf ihre Unterlage hervorgerufen wird, bezeichnet man als Schweredruck oder hydrostatischen Druck.

$$p_{\text{hydrost}} = \frac{K}{F} = \frac{m \cdot g}{F}$$

Da $m = \rho \cdot F \cdot h$ (bei einer Flüssigkeitssäule der Dichte ρ , der Fläche F und der Höhe h) ist, folgt:

$$p_{\text{hydrost.}} = \frac{\rho \cdot F \cdot h}{F} = \rho \cdot h$$

d. h.: der hydrostatische Druck ist nur abhängig von der Höhe der Flüssigkeitssäule, die auf einer Fläche lastet, und deren Dichte.

Unter 1 at versteht man nun den Druck, den eine 10 m hohe Wassersäule auf ihre Unterlage ausübt. Würde man zur Definition von „1 Atmosphäre“ eine Quecksilbersäule bestimmter Höhe heranziehen, so würde hier ein Druck von 1 at – auf Grund der wesentlich höheren Dichte des Quecksilbers – schon durch eine 760 mm hohe Flüssigkeitssäule hervorgerufen.

Kommunizierende Röhren

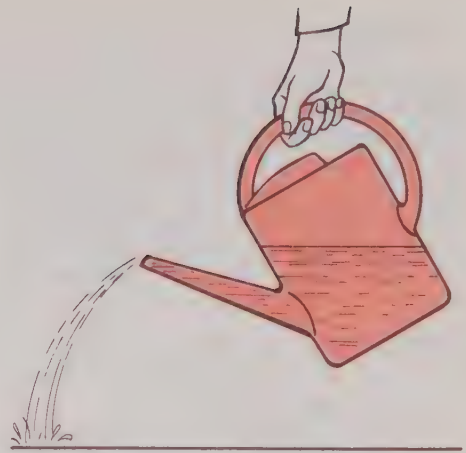
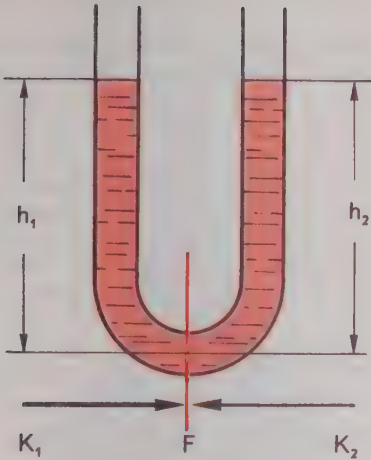
Die Höhe einer Flüssigkeit in den beiden Schenkeln eines U-förmig gebogenen Rohres ergibt sich, wenn man sich an der tiefsten Stelle des Bogens eine senkrechte Fläche denkt (vgl. Abb. S. 461 links oben). Dann drücken zwei Flüssigkeitssäulen auf diese Fläche, und es ist im Gleichgewicht $K_1 = K_2$. Es gilt:

$$\rho_1 \cdot h_1 \cdot F = \rho_2 \cdot h_2 \cdot F$$

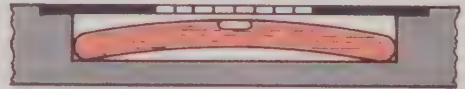
Da die spezifischen Gewichte gleich sind, ergibt sich

$$h_1 = h_2$$

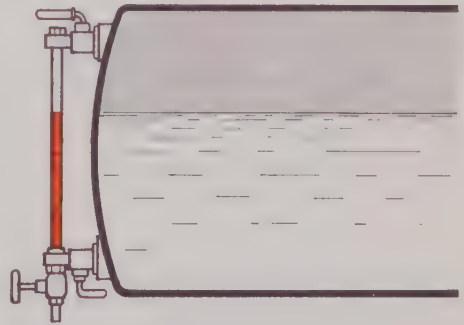
Das bedeutet, daß die Flüssigkeit in den beiden Schenkeln des U-Rohres gleich hoch steht.



Das Wasser fließt nur aus der Gießkanne, wenn die Öffnung tiefer liegt als der Wasserstand im Behälter



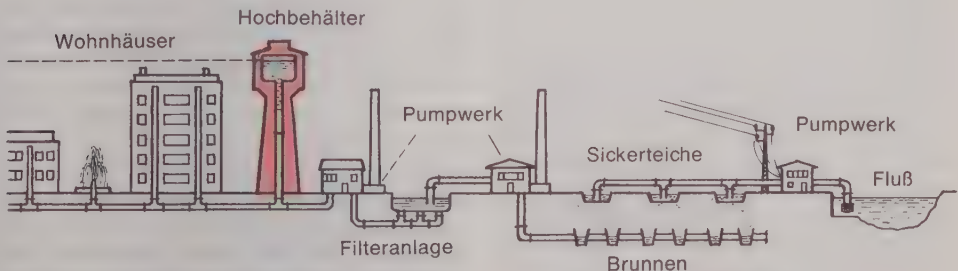
Wasserwaage



Wasserstandsglas

Auf dem Prinzip der kommunizierenden Röhren beruht die Wasserversorgung einer Stadt im Flachland. Das Wasser wird hier auf einen Wasserturm gepumpt, von dem es durch ein Rohrnetz zu den Gebäuden der Stadt gelangt. Damit auch Wasser zu den oberen Stockwerken gelangen kann, muß ein Wasserturm stets etwas höher als die höchsten Häuser der Stadt sein. In größeren Städten drückt man allerdings das Wasser direkt in das Röhrensystem.

Zur Festlegung der Waagerechten an Gegenständen oder Geräten benutzt man die Wasserwaage. Sie besteht im Prinzip aus einem leicht gekrümmten, beiderseitig geschlossenen Glasrohr. Dieses ist mit Wasser gefüllt und enthält eine Luftblase, die im Rohr immer die höchste Stelle einnimmt. Steht sie in der Mitte des Rohres, so ist die Unterlage waagerecht.



Wasserversorgung einer Stadt im Tiefland

Auftrieb

Die Ursache des Auftriebs ist die Zunahme des hydrostatischen Drucks mit der Tiefe. Taucht ein Körper bis zur Tiefe h in eine Flüssigkeit, so wirkt auf seine Grundfläche senkrecht nach oben der Druck $p = \rho \cdot h$. Ein zylindrischer Körper, der ganz in die Flüssigkeit eintaucht, erfährt eine nach oben gerichtete Kraft (vgl. Abb. unten). Diese Kraft K bezeichnet man als Auftrieb A .

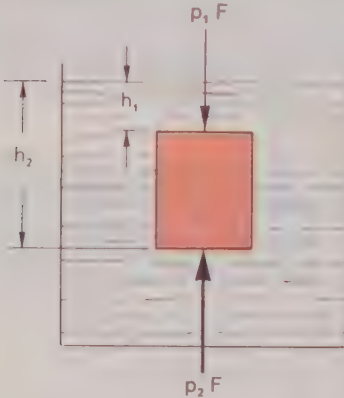
Es gilt

$$A = p_2 \cdot F - p_1 \cdot F$$

Da $p = \rho \cdot h$ gilt, wird

$$\begin{aligned} A &= \rho \cdot h_2 \cdot F - \rho \cdot h_1 \cdot F \\ &= \rho \cdot (h_2 - h_1) \cdot F = \rho \cdot V \end{aligned}$$

V bedeutet hierbei das Volumen des Körpers, das dem Volumen des durch ihn verdrängten Wassers entspricht.



Archimedisches Prinzip

Der Auftrieb eines Körpers ist gleich dem Gewicht der von ihm verdrängten Flüssigkeit.

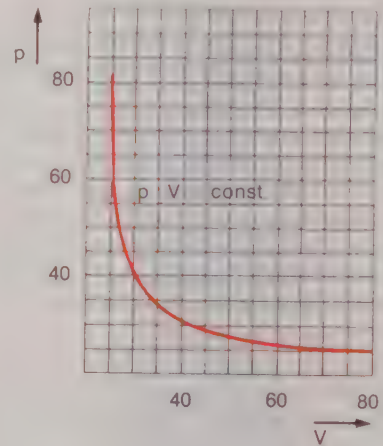
Ist der Auftrieb eines ganz in eine Flüssigkeit getauchten Körpers größer als sein Gewicht, dann schwimmt er. Er sinkt nur so weit in die Flüssigkeit, bis das Gewicht der von ihm verdrängten Flüssigkeit gleich seinem Gewicht ist. Ist sein Gewicht gleich dem der verdrängten Flüssigkeit, dann schwebt er unterhalb der Flüssigkeitsoberfläche. Ist das Gewicht des Körpers größer als der Auftrieb, den er erfährt, dann sinkt der Körper.

Das Boyle-Mariottesche Gesetz

Der Zusammenhang zwischen Druck p und Volumen V eines Gases wird durch das Boyle-Mariottesche Gesetz beschrieben. Wenn man ein Gas aus einer Druckflasche ausströmen läßt, entspannt es sich auf ein größeres Volumen, d. h. der Druck des Gases nimmt ab, das Volumen jedoch zu. Im Experiment liefert eine genaue Untersuchung die in der Abbildung unten dargestellte Kurve. Hier entspricht bei einer gegebenen Temperatur beispielsweise ein Druck p von 80 mm einem Volumen von $V = 10 \text{ cm}^3$. Bei $p = 40 \text{ mm}$ ergibt sich ein Volumen $V = 20 \text{ cm}^3$. Dieser Zusammenhang wird durch die Gleichung

$$p \cdot V = \text{konstant (wenn } T \text{ konstant)}$$

wiedergegeben.

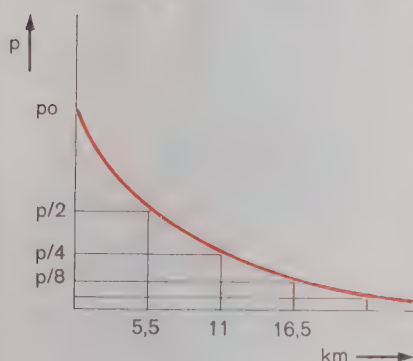
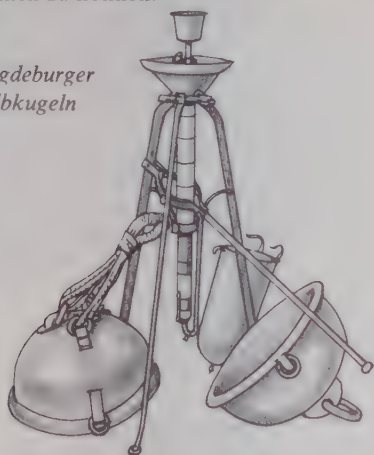


Der Atmosphärendruck

Wie in einer Flüssigkeit besteht auch in einem Gas infolge seines Gewichts ein Schweredruck. Der Normaldruck an der Erdoberfläche beträgt 760 Torr = 1 atm. Wie groß diese Kraft ist, zeigte der Versuch *Otto von Guericke*s mit den *Magdeburger Halbkugeln*. Zwei mit einem Lederriemen abgedichtete hohle Halbkugeln aus Kupfer, deren Durchmesser 42 cm betrug, wurden luftleer gepumpt. Dadurch verringert man den Druck im Innern der Kugel, den Druck also, der dem äußeren Druck entgegenwirkte. Dann wurden die Halbkugeln vom

äußeren Luftdruck mit einer Kraft von $\pi r^2 \cdot 1 \text{ atm} = 21^2 \pi \text{ kp} = 1400 \text{ kp}$ zusammengepreßt. Acht Pferde wurden vor jede Halbkugel gespannt, ohne sie jedoch voneinander trennen zu können.

Magdeburger
Halbkugeln



Der Luftdruck nimmt jedoch mit wachsender Höhe ab. Bei einem Anstieg von 5,54 km verringert er sich jeweils um die Hälfte. Dies gilt jedoch nur für eine Atmosphäre, deren Temperatur überall gleich 0°C ist. Eine scharfe Grenze der Atmosphäre ist demnach nicht vorhanden (vgl. Abb. oben).

Die kinetische Gastheorie

Gase bestehen aus kleinen sich bewegenden Teilchen, die als Moleküle bezeichnet werden. Jede Gasmenge und damit auch jedes einzelne Molekül besitzt eine bestimmte Energie, die von der Temperatur in der Weise abhängt, daß mit zunehmender Temperatur die Geschwin-

digkeit der Gasteilchen und damit auch die Gesamtenergie des Gases wächst.

Die Stöße der Moleküle gegen die Wand eines Gefäßes machen sich als Druck des Gases bemerkbar. Dieser Druck ist von der Geschwindigkeit der Moleküle (also auch von der Temperatur), ihrer Zahl und ihrer Masse abhängig. Dieser Sachverhalt wird in einer Grundgleichung der kinetischen Gastheorie wiedergegeben:

$$p = \frac{1}{3} \cdot \varrho \cdot V^2$$

Hierin ist p der Druck, ϱ die Dichte des Gases und V das Volumen. Nun ist

$$\varrho = \frac{n}{V} \quad \frac{\text{Anzahl der Gasmoleküle}}{\text{Volumen}}$$

Damit ergibt sich

$$p = \frac{1}{3} \cdot \frac{n}{V} \cdot l^2$$

oder

$$p \cdot V = \frac{1}{3} \cdot n \cdot V^2$$

Alle Größen auf der rechten Seite dieser Gleichung sind bei gegebener Temperatur konstant. Damit entspricht diese Beziehung dem Boyle-Mariotteschen Gesetz.

Strömung in Flüssigkeiten und Gasen

Allgemein bekannt ist die Beobachtung, daß man eine bestimmte Kraft aufwenden muß, um einen Körper, der in ruhendes Wasser eintaucht, im Wasser zu ziehen. Das Wasser setzt dieser Fortbewegung einen Widerstand entgegen.

Wenn man beispielsweise ein Brett in eine Strömung hält, so muß man dieser Strömung einen erheblichen Widerstand entgegensetzen (d. h. eine Gegenkraft aufwenden), damit das Brett nicht mitgerissen wird.

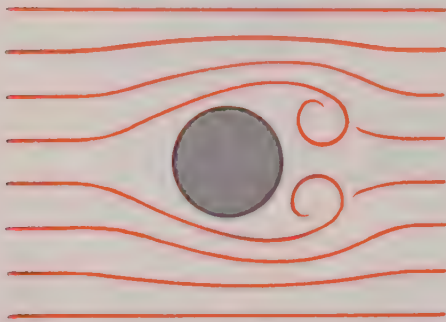
Ganz entsprechend muß ein Mensch, der in einen Sturm gerät, dieser „Windströmung“ Widerstand leisten, um nicht umgeworfen zu werden. Beide Beispiele lehren auch, daß bei einer Strömung die aufzuwendende Gegenkraft um so größer ist, je größer

- die Strömungsgeschwindigkeit,
- die Angriffsfläche der Strömung

ist. So bereitet es kaum Schwierigkeiten, ein Brett in eine nur leichte Strömung einzutau-chen. Ebenso kann in einer starken Strömung ein Brett viel leichter in der senkrechten Stel-

lung gehalten werden, wenn es nicht mit der Breitseite, sondern mit der Schmalseite der Strömung entgegensteht.

Wir wollen nun einmal den Weg der Strömung verfolgen, wenn sie auf einen Körper trifft. Wir beobachten, daß sie vor dem Körper nach außen gestoßen wird und danach hinter dem Körper wieder in einem Sog einwärts fließt. Dabei bilden sich hinter dem Körper Wirbel aus (vgl. Abb. unten), die sich ablösen und wegschwimmen.



Die Energie, die in diesen Wirbeln steckt, muß vom fließenden Wasser aufgebracht werden. Beim Auftreffen auf den Körper verliert die Strömung diesen Energiebetrag. Die Wirbelbildung ruft darum den Strömungswiderstand hervor.

Wirbelbildung läßt sich vermeiden, indem man die Gestalt des Körpers der Strömung anpaßt. Man muß dazu den Körper an seiner Vorderseite abrunden und hinten spitz auslaufen lassen. Diese spezielle Form bezeichnet man als „Stromlinienform“ (z. B. die Stromlinienformen bei Autos, Schiffen und Flugzeugen).

Ein in eine strömende Flüssigkeit (Gas) gestellter Körper erfährt eine Kraft

$$K = \omega \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot F$$

Darin ist ρ die Dichte der Flüssigkeit, v ihre Geschwindigkeit und ω die Widerstandsziffer des Körpers.

Der in die Flüssigkeit gestellte Körper setzt der Flüssigkeit einen Widerstand W entgegen, der gleich der Kraft K ist. Es ist demnach

$$K = W$$

Dieser Widerstand kann verschiedene Ursachen haben, die von der jeweiligen Strömungsart abhängen. Man unterscheidet schlichte Strömungen, die vorwiegend von der Viskosität der Flüssigkeit bestimmt werden, Strömungen von realen (wirklichen) Flüssigkeiten, die zum größten Teil von der Reibung beeinflusst werden, und Strömungen von idealen Flüssigkeiten, die keine Reibung und keine Viskosität besitzen.

Bei einer idealen Flüssigkeit strömt durch jeden Querschnitt pro Zeiteinheit die gleiche Flüssigkeitsmenge hindurch. Das Volumen der durch die Fläche F strömenden Flüssigkeit, dividiert durch die Zeit, ist $F \cdot v$ und die Masse $F \cdot v \cdot \rho$.

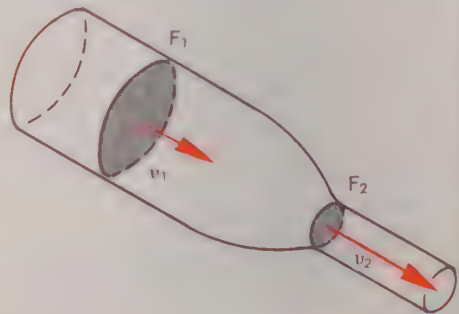
Demnach gilt die Kontinuitätsgleichung

$$F_1 \cdot v_1 \cdot \rho = F_2 \cdot v_2 \cdot \rho$$

oder

$$F_1 \cdot v_1 = F_2 \cdot v_2,$$

wenn v die Geschwindigkeit und ρ die Dichte der Flüssigkeit ist.



Raketen, Satelliten, Raumschiffe

Läßt man aus einem Spielzeugluftballon die Luft schnell entweichen, so bewegt sich der Ballon in einer der ausströmenden Luft entgegengesetzten Richtung. Diese Tatsache ist das Prinzip des Raketenantriebs. Entweichen die verbrannten Gase mit genügend hoher Geschwindigkeit aus den Brennkammern einer Rakete, erhält sie einen Impuls oder Schub. Dieser Schub ist gleich dem Produkt aus der in einer Sekunde ausströmenden Gasmasse und der Ausströmgeschwindigkeit des Gases. Die Austrittsgeschwindigkeiten liegen bei 4000–4500 m/s. Dieser Schub muß nun so lange wirken, bis die erwünschte Geschwindigkeit



Im Jahre 1654 ließ Otto v. Guericke auf dem Reichstag zu Worms die Luft aus einer Hohlkugelpumpen, die aus zwei losen Hälften bestand, so fest aneinander, daß 16 Pferde sie nicht trennen konnten. Dieser alte Stich zeigt Otto v. Guericke's Magdeburger Halbkugeln

Nachfolgende Seite:
Der Orionnebel ist ein charakteristisches Sternbild der Aquatorzone, das im Winter am Abendhimmel sichtbar ist



erreicht ist. Aus dem Produkt aus Schub und Schubwirkzeit ergibt sich der Gesamtimpuls. Wie alle anderen Körper, unterliegen auch die Raketen der Erdanziehung. Um diese überwinden zu können, muß eine Rakete eine Geschwindigkeit von $11,2 \text{ km/s}$ erreicht haben. Erst dann kann eine Rakete oder ein Raumschiff das Schwerfeld der Erde verlassen und in den Weltraum gelangen. Soll ein Satellit die Erde umkreisen, muß man

ihm eine ganz bestimmte Geschwindigkeit verleihen. Diese ist von der Entfernung abhängig, in der der Satellit die Erde umkreisen soll. Für eine Entfernung von 1000 km benötigt man z. B. eine Geschwindigkeit von etwa 8 km/s . Dagegen steht ein Satellit, der in einer Entfernung von 35800 km mit einer Geschwindigkeit von $3,1 \text{ km/s}$ umläuft, von der Erde aus gesehen, still, wenn er sich in Richtung der Erddrehung bewegt. (*Echo, Relay, Telstar*)

Fachausdrücke aus der Raumfahrt

Höhenforschungsrakete: Flugkörper zur Durchführung von wissenschaftlichen Messungen

Erdsatellit: Flugkörper, der sich auf kreisförmiger oder elliptischer Bahn um die Erde bewegt (Nachrichten- und Wettersatelliten)

Raumsonde: Flugkörper, der sich auf kreisförmiger oder elliptischer Bahn um die Sonne bewegt

Apogäum: Größte Entfernung von der Erde bei einer Erdumkreisung

Perigäum: Kleinste Entfernung von der Erde bei einer Erdumkreisung

Aphel: Größte Entfernung der Erde von der Sonne bei einem Umlauf

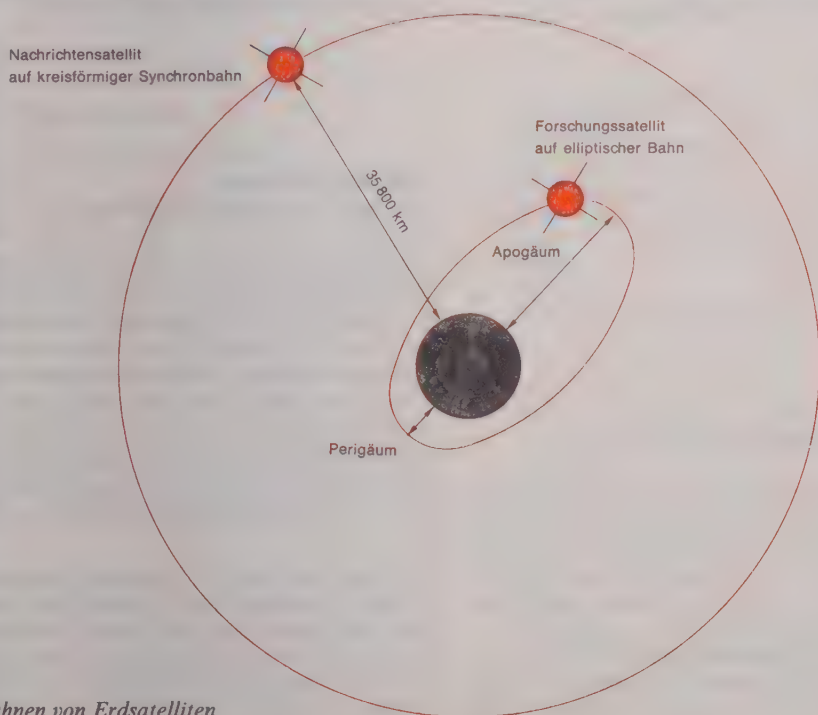
Perihel: Kleinste Entfernung der Erde von der Sonne bei einem Umlauf

Synchronbahn: Kreisbahn eines Flugkörpers in der Äquatorebene in einer Entfernung von 35800 km von der Erde. (Ein Satellit steht bei einer Umlaufzeit von 24 Stunden, von der Erde aus gesehen, still.)

Extraterrestrisch: Raum außerhalb der Erdatmosphäre

Interplanetarer Raum: Raum zwischen den Planeten

Interstellarer Raum: Raum zwischen den Fixsternen (Raum außerhalb unseres Sonnensystems)



Bahnen von Erdsatelliten

Schwingungen von Massepunkten

Die Definition der Schwingung

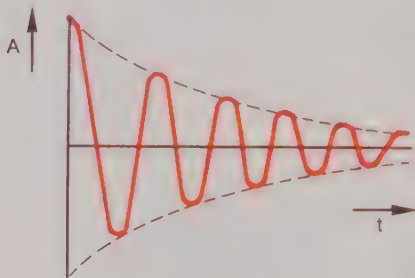
Einen Bewegungsvorgang, der sich in *regelmäßigen* Zeitabständen wiederholt (z. B. die Bewegung eines Uhrpendels), bezeichnet man als Schwingung.

Die Zeit, die der schwingende Körper braucht, um zum Ausgangspunkt der Bewegung zurückzukehren, nennt man Schwingungsdauer T und die Zahl der in einer Sekunde vollführten Schwingungen Frequenz f bzw. Schwingungszahl.

$$f = \frac{1}{T} \left[\frac{1}{s} = \text{Hz} \right]$$

[Hz = Hertz]

Die größte Entfernung des schwingenden Körpers von der Ruhelage bezeichnet man als Amplitude A bzw. Schwingungsweite. Bleibt die Amplitude konstant, so heißt die Schwingung ungedämpft. Nimmt sie von jeder Schwingung zur nächsten ab, so ist die Schwingung gedämpft (vgl. Abb. unten).



Die Schwingungsform

Um die Schwingungsform einer ungedämpften Schwingung zu erhalten, projizieren wir die Bewegung eines auf einem Kreis mit gleichbleibender Geschwindigkeit umlaufenden Massepunktes auf eine Gerade, die in der Ebene des Kreises liegt.

Als Schwingungsform ergibt sich hierbei die aus der Mathematik bekannte Sinuskurve. Daher wird diese Schwingungsform als Sinusschwin-

gung oder harmonische Schwingung bezeichnet.

Folgende Gleichung beschreibt diesen Schwingungsvorgang:

$$y = A \cdot \sin \frac{2\pi}{T} t$$

Den Ausdruck $\frac{2\pi}{T} t = \varphi$ bezeichnet man als

die Phase der Schwingung; man versteht darunter den Weg, den ein schwingender Massepunkt zurücklegen muß, um von einem beliebigen Punkt der Sinuskurve mit fortschreitender Zeit zu einem genau entsprechenden Punkt der Sinuskurve zu gelangen.

Als Wellenlänge λ bezeichnet man den Abstand zweier aufeinanderfolgender, im gleichen Bewegungszustand (d. h. in gleicher Phase) sich befindender schwingender Teilchen.

Die Überlagerung von Schwingungen (Interferenz)

Die Überlagerung von zwei harmonischen Schwingungen gleicher Richtung und gleicher Frequenz ergibt eine harmonische Schwingung mit derselben Frequenz. Ihre Amplitude hängt von den Amplituden und den Phasenunterschieden der beiden Teilschwingungen ab. Ist die Phasendifferenz null, so ist die neue Amplitude gleich der Summe der Amplituden der Teilschwingungen. Bei der Phasendifferenz π löschen die beiden Teilschwingungen einander aus.

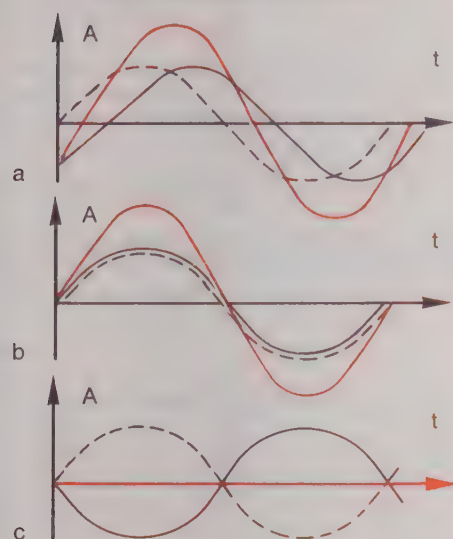
Sind die Frequenzen der beiden Teilschwingungen unterschiedlich, so erhält man nur dann eine periodische Schwingung, wenn die Frequenzen im Verhältnis ganzer Zahlen stehen. Die Schwingungen sind dann aber nicht mehr harmonisch.

Eigenschwingungen deformierbarer Körper

1. Longitudinalwellen eines Stabes

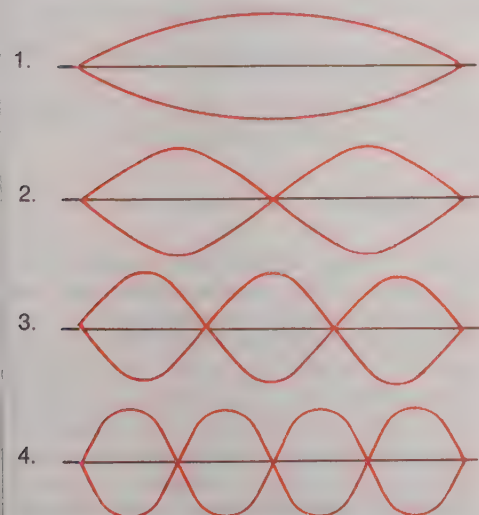
- Der Stab ist an beiden Enden frei
- Der Stab ist an einem Ende festgeklemt
- Der Stab ist an beiden Enden festgeklemt.

Longitudinalwellen eines Stabes



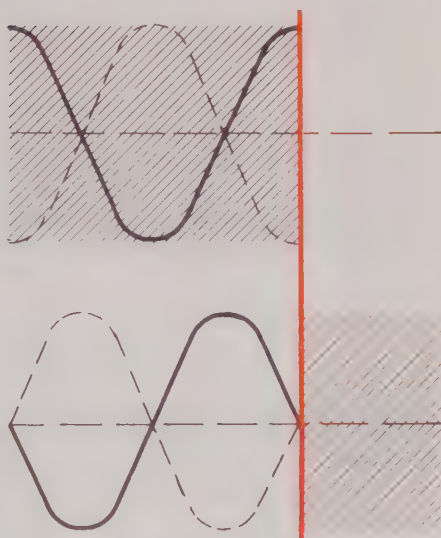
2. Transversalwellen

- Die schwingende Saite

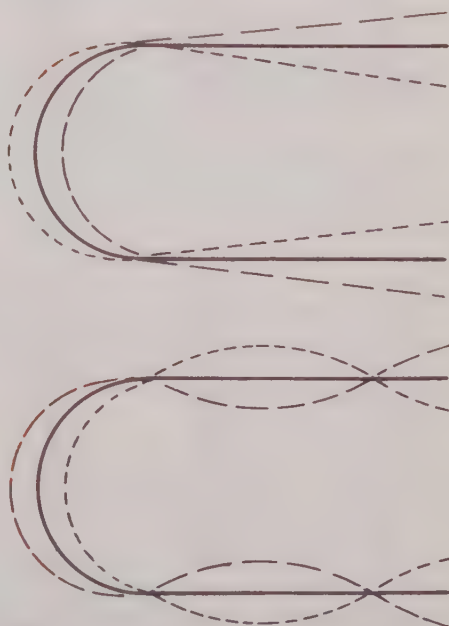


Grund- und Oberschwingungen einer Saite

b) Biegungsschwingung eines Stabes



c) Schwingungen einer Stimmgabel



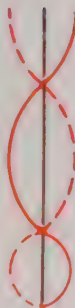
Grundwelle



1. Oberwelle



2. Oberwelle



Biegungsschwingung eines einseitig eingeklemmten Stabes

Grundwelle



1. Oberwelle



2. Oberwelle



Longitudinalschwingungen eines an einem Ende festen Stabes



Schwingungen eines freien Stabes



Longitudinalschwingungen eines in der Mitte festen Stabes

(Die Verschiebungen in Richtung der Längsachse sind senkrecht dazu gezeichnet.)



Longitudinalschwingung eines an beiden Enden festen Stabes

Die Welle

Eine in einem Körper hervorgerufene Verschiebung aus der Ruhelage pflanzt sich mit einer für das Medium charakteristischen Ausbreitungsgeschwindigkeit fort. Sie ist um so kleiner, je größer die Dichte des Körpers (Mediums) ist, und um so größer, je größer die durch die Verschiebungen hervorgerufenen Spannungen innerhalb des Körpers sind. Dieser zeitlich und räumlich veränderte Zustand ist eine Welle. Eine Welle entsteht also dadurch, daß eine Reihe miteinander gekoppelter Teile

nacheinander gleichartige Schwingungen ausführen. Flächen innerhalb des Körpers, die mit gleicher Phase schwingen, bezeichnet man als Wellenflächen. Ist das Erregerzentrum punktförmig und ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit überall gleich, so ist die Wellenfläche eine Kugel.

Stehende Wellen

Stehende Wellen entstehen durch Überlagerung zweier Wellenzüge gleicher Amplitude und Wellenlänge, die entgegenlaufen. Durch Interferenz entsteht in regelmäßigen Abständen von einer halben Wellenlänge $\frac{\lambda}{2}$ dauernde Auslöschung der Schwingung (Knoten). In der Mitte zwischen den Knotenpunkten schwingen die Teilchen mit größter Amplitude. Hier befinden sich die sogenannten Schwingungsbäuche.

Das Huygen-Fresnelsche Prinzip

Von jedem Ort, der von einer Welle erreicht wird, breitet sich eine neue Kugelwelle (Elementarwelle) aus.

Das Reflexionsgesetz

Der Einfallswinkel, der Winkel zwischen dem einfallenden Strahl und dem Einfallslot, ist

gleich dem Ausfallswinkel, dem Winkel zwischen dem ausfallenden (reflektierten) Strahl und dem Einfallslot.

Das Brechungsgesetz

Das Verhältnis vom Sinus des Einfallswinkels zum Sinus des Brechungswinkels ist konstant und vom Verhältnis der Ausbreitungsgeschwindigkeit in den beiden Medien abhängig.

Das Beugungsgitter

Eine Anordnung, bei der in gleichem Abstand auf einem Schirm parallele Spalten angebracht sind, ist ein Beugungsgitter. Den Abstand der Schlitze voneinander nennt man Gitterkonstante d .

Der Gangunterschied paralleler Strahlen einer Welle, die, von zwei benachbarten Spalten des Gitters kommend, mit den senkrecht auf das Gitter fallenden Strahlen den Winkel α bilden, ist $AC = d \cdot \sin \alpha$. Dabei findet maximale Erregung statt für

$$d \cdot \sin \alpha = z \cdot \lambda$$

mit $z = 0, 1, 2, \dots$ Zwischen diesen Richtungen löschen sich bei sehr vielen Spalten die Wellen vollkommen aus.

AKUSTIK

Der Schall

Der Schall ist ein physikalischer Vorgang, der auf das menschliche Ohr einwirkt. Als Schall-erreger kommen stets schwingende Körper in Frage. Sie erzeugen in den sie umgebenden Medien fortschreitende Wellen, die wiederum das Trommelfell des Ohres in Schwingungen versetzen und dadurch das Gehörorgan erregen. (Die Akustik beschäftigt sich allerdings nur mit Schwingungen des Bereichs von 20 bis 20000 Hz. Schwingungen höherer Frequenz gehören in das Gebiet des Ultraschalls. Siehe S. 472.) Im luftleeren Raum kann man den Schall nicht wahrnehmen, da der Schall einen Träger braucht. Außer Luft können auch Flüssigkeiten und Feststoffe den Schall übertragen.

Schallgeschwindigkeit

Die Schallgeschwindigkeit kann nach der Beziehung

$$v = \lambda \cdot \nu$$

mit λ als Wellenlänge und ν als Frequenz errechnet werden. Sie beträgt in Luft etwa 333 m/s ($\frac{1}{3}$ km/s). Man kann sie auch direkt aus der Zeit bestimmen, die zwischen dem Aufblitzen eines Schusses und dem darauffolgenden Knall an einem Ort in x m Entfernung verstreicht. Es ist dann

$$v = \frac{x}{t}$$

Zählt man andererseits etwa die Sekunden, die zwischen einem Blitz und dem darauffolgenden Donner verinnen, so kann man die Entfer-

nung eines Gewitters vom eigenen Standort leicht errechnen.

Stoff		v [m/s]
Sauerstoff	0 °C, 1 atm	315
Stickstoff		337
Helium		971
Wasserstoff		1261
Aceton	20 °C	1190
Benzol		1324
Wasser		1485
Blei		1300
Kupfer	18 °C	390
Aluminium		5100
Eisen		5100
Glas		5300

Geräusch, Klänge, Töne

Die Luftbewegung erzeugt *Geräusche*. Man hat es dabei mit einer Luftbewegung zu tun, die nach Amplitude, Phase und Frequenz unregelmäßig und schnell wechselt. Bei einem Knall dagegen hat man es mit ganz wenigen Schwingungen zu tun, deren Amplitude von großen Werten rasch zu sehr kleinen abnimmt.

Ein *Ton* ist ein Schall, der durch regelmäßige Schwingungen von Körpern entsteht.

Der *Klang* ist ein Tongemisch aus einem Grundton und einer mehr oder weniger großen Zahl von Obertönen. Aus der Mischung des Grundtons (Grundschiwingung) und der vorhandenen Obertöne (Oberschwingungen), die sich durch Zahl, Frequenz und Intensität unterscheiden können, ergeben sich die verschiedenen Klangfarben verschiedener Klänge von gleicher Tonhöhe (Frequenz) und Schallstärke. Das gleichzeitige Ertönen mehrerer Klänge oder Töne von etwa gleicher Stärke nennt man Akkord, besonders dann, wenn die Schwingungen der einzelnen Töne im Verhältnis kleiner ganzer Zahlen zueinander stehen.

Reflexion von Schallwellen

Schallwellen werden an ebenen Wänden, Waldrändern usw. gut reflektiert (Echo). Die sogenannte Akustik eines Raumes hängt von den in ihm herrschenden Reflexionsverhältnissen ab. Stoffe und Teppiche reflektieren den Schall schlecht und dämpfen alle Geräusche. In großen Räumen (Kirchen, Sälen) mit glatten Wänden machen sich solche Reflexionen infolge des großen Weges und der damit verknüpften großen Zeitunterschiede als Nachhall bemerkbar. Aus der Geometrie der Ellipse ergibt sich, daß ein Schall, dessen Brennpunkt gegen eine elliptisch geformte Wand läuft, an ihr so reflektiert wird, daß er wieder zum Brennpunkt zurückkehrt. Auf dieser Tatsache beruhen die an manchen Orten vorhandenen Flüstergewölbe.

Stehende Schallwellen

Allgemein entstehen stehende Wellen bei der Überlagerung zweier Wellenzüge gleicher Amplitude und Wellenlänge, die einander entgegenreisen.

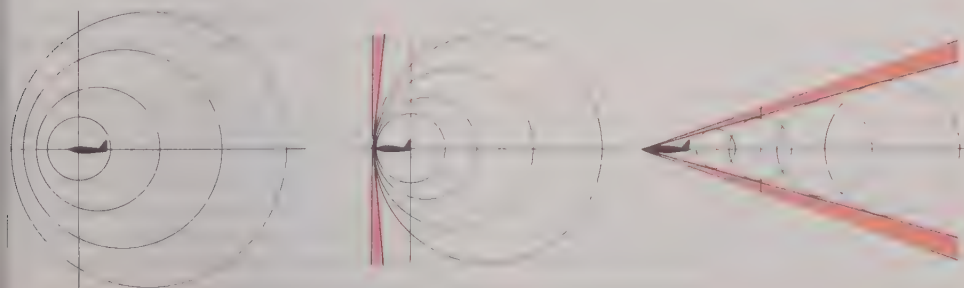
Stehende Schallwellen lassen sich durch Reflexion an einer ebenen Wand herstellen. In dem zwischen Schallerreger und Wand liegenden Raum überlagern sich die ausgesandte und die reflektierte Welle. Die Maxima und Minima kann man mit dem Ohr abhören.

Der akustische Doppler-Effekt

Der akustische Doppler-Effekt ist eine häufige Erscheinung. Das Motorengeräusch eines Rennwagens erscheint höher, wenn er sich nähert, und wird wieder tiefer, wenn er sich entfernt. Der Effekt ist um so deutlicher, je schneller sich die Schallquelle bewegt, d. h. dem Beobachter kommen infolge der Annäherung der Schallwelle mehr Schallwellen entgegen, wenn die Schallquelle sich auf ihn zu bewegt. Bei Entfernung der Schallquelle wird die Schwingungszahl geringer. Derselbe Effekt ist zu beobachten, wenn die Schallquelle ruht und der Beobachter sich bewegt, z. B. beim Läuten von Signalglocken neben einem fahrenden Eisenbahnwagen.

Der Überschall-Knall

Beim Platzen eines mit Luft gefüllten Gefäßes wird die Luft, die das Gefäß umgibt, schlagartig weggestoßen. Dadurch entsteht ein Verdichtungsstoß, der sich nach allen Seiten ausbreitet. Erreicht er unser Ohr, so wird das Trommelfell so kräftig nach innen bewegt, daß es eine Knallempfindung auslöst. Verdichtungsstöße entstehen auch, wenn ein Körper sich mit großer Geschwindigkeit in der Luft bewegt. Diese Luftverdichtung ist jedoch bei einer Geschwindigkeit von beispielsweise 350 m/s noch relativ gering, denn die normale Schallgeschwindigkeit beträgt in unserer Atmosphäre bei 0° C 331 m/s ; sie liegt also nur unwesentlich unter der angenommenen Luftverdichtung von 350 m/s , die sich durch die Ausbreitung nach allen Seiten sozusagen auflösen kann. Das ist aber nicht der Fall, wenn ein Körper, etwa ein Abfängjäger, mit Überschall-



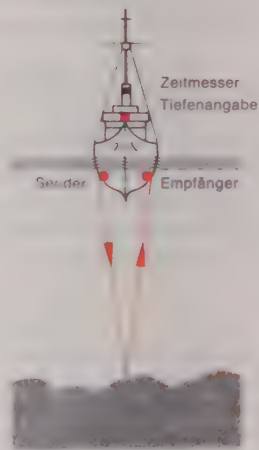
geschwindigkeit fliegt. Die Verdichtungsstöße finden dann keine Zeit, sich aufzulösen; sie überlagern sich vielmehr, ausgehend von den einzelnen Orten der Flugbahn, auf einen Kegelmantel. Dieser wird nun vom Flugzeug als eine Art Heckwelle (Druckwelle) mitgeschleppt. Erreicht die Heckwelle das Ohr des Menschen auf der Erde, so wird die Luft unmittelbar am Ohr verdichtet und löst Knallempfindung aus.

Echo und Echolot

Ebenso wie man Lichtstrahlen mit einem Spiegel reflektieren kann, ist es möglich, eine Schallwelle an einer Wand zu reflektieren. Diese Reflexionserscheinungen bei Schallwellen sind allgemein als Echo bekannt.

Die Schallwelle wird vom Erreger ausgesandt, durchläuft eine bestimmte Strecke und wird von einem Hindernis zurückgeworfen. Sie gelangt darum nach einer gewissen Zeit (die Schallgeschwindigkeit hat ja einen endlichen Betrag!) zum Ausgangspunkt zurück.

Das Echolot, das in der Schifffahrt dazu dient, die Meerestiefe zu bestimmen, ist eine Anwendung dieser Erscheinung. Hier werden vom Schiff Schallwellen mit hoher Frequenz ausgesandt; sie werden am Meeresboden reflektiert und gelangen wieder zum Schiff zurück. Sie haben in diesem Augenblick genau den zweifachen Betrag der Meerestiefe als Weg zurückgelegt. Da man die Geschwindigkeit kennt, mit der sich der Schall im Wasser ausbreitet (1407 m/s bei 0 Grad C), kann man aus der Zeit, die vom Augenblick der Aussendung der Schallwelle bis zu ihrem Empfang verstrichen ist, die Meerestiefe bestimmen.



$$v = \frac{s}{t}$$

Da $s = 2h$, folgt

$$v = \frac{2h}{t}$$

$$\text{oder } h = \frac{v \cdot t}{2} \quad \text{Meerestiefe}$$

Ultraschall

Der Ultraschall liegt in dem Frequenzbereich über 20000 Hz (20 kHz). Derart hohe Frequenzen lassen sich durch mechanische Einwirkungen, beispielsweise durch Streichen, Schlagen oder Zupfen einer Saite oder durch Anblasen mit Luft, kaum noch erreichen. Man erreicht sie aber durch Anlegen einer hochfrequenten Wechselspannung an einen sogenannten „Schwingquarz“, die dann hochfrequente Vibrationen erzeugt; diese wiederum, an ein Medium weitergegeben, erzeugen Ultraschall.

Anwendung findet Ultraschall z. B. in Medizin, Biologie oder Technik. Mit Hilfe von Ultraschall lassen sich Flughäfen entnebeln, schlecht mischbare Flüssigkeiten äußerst fein verteilen und mischen, Werkstoffe prüfen; mit ihm läßt sich schneiden, schleifen, bohren u. a. mehr.

Während beim Menschen die Hörbarkeit von Schwingungen bei 20 kHz endet, sind Hunde in der Lage, bis etwa 40 kHz zu hören, und Fledermäuse benutzen sogar Schallfrequenzen zwischen 30 und 80 kHz zur Orientierung; sie machen sich dabei den Umstand zunutze, daß sich Ultraschallwellen aufgrund ihrer minimalen Wellenlängen (unter 1 cm bis zu Bruchteilen von Millimetern) ähnlich wie Licht bündeln lassen und geradlinig wie Lichtstrahlen ausbreiten.

WÄRMELEHRE

Formelzeichen der Wärmelehre

Formelzeichen	Benennung	Einheit	Bemerkungen
t, ϑ	Celsius-Temperatur	$^{\circ}\text{C}$	
T, θ	Kelvin-Temperatur	$^{\circ}\text{K}$	
$\Delta t, \Delta \vartheta$	Temperaturdifferenz	grd. Grad	Hierbei spielt die Temperatur keine Rolle.
α	linearer Ausdehnungskoeffizient		
β	kubischer Ausdehnungskoeffizient		
Q, W	Wärmemenge	cal, kcal	
Φ	Wärmestrom	kcal/l	
λ	Wärmeleitfähigkeit	$\text{kcal/m} \cdot \text{h} \cdot \text{grd}$	$(\text{cal/cm} \cdot \text{s} \cdot \text{grd})$
α	Wärmeübergangszahl	$\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grd}$	$(\text{cal/cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{grd})$
c	spezifische Wärme	$\text{kcal/kg} \cdot \text{grd}$	$(\text{cal/g} \cdot \text{grd})$
S	Entropie	kcal/grd	(cal/grd)
U	Innere Energie	kcal	(cal)
R	universelle Gas-konstante	$\text{kcal/mol} \cdot \text{grd}$	$(\text{erg/mol} \cdot \text{grd})$
A	Atomgewicht (relative Atommasse)		
M	Molekulargewicht (relative Molekülmasse)		

} in der Physik üblich

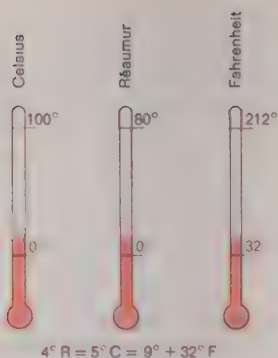
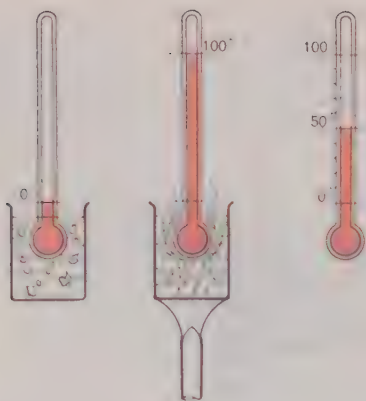
Temperatur

Die Temperatur beschreibt den Wärmezustand eines Körpers. Sie ist eine Zustandsgröße.

Die Temperaturskala

Um den Wärmezustand eines Körpers beschreiben zu können, bedarf es einer Temperaturskala, die es gestattet, unabhängig von subjektiven Eindrücken die Temperatur zu bestimmen. Eine solche Temperaturskala ist leicht herzustellen, wenn man zwei in der Natur

vorkommende Temperaturen als Fixpunkte wählt. Es sind dies die Temperatur des bei Atmosphärendruck (760 Torr) schmelzenden Eises und die Temperatur des siedenden Wassers bei demselben Druck. Nun ist die Ausdehnung der meisten Körper bei gleichmäßiger Erwär-



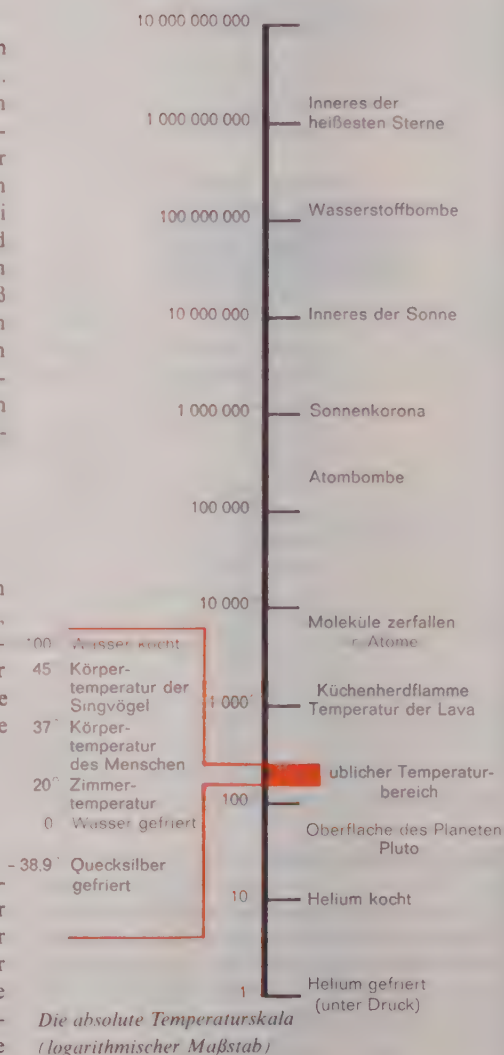
mung so regelmäßig, daß sie als Maß für den Grad der Erwärmung benutzt werden kann. Bei den Quecksilberthermometern ist am einen Ende eines Kapillarrohres eine Glaskugel angeschmolzen, die Quecksilber enthält. Der Raum oberhalb des Quecksilbers in der oben zugeschmolzenen Kapillare ist luftleer. Bei den Celsius-Thermometern ist der Abstand zwischen den beiden Fixpunkt-Temperaturen in 100 gleiche Teile oder Grade geteilt, so daß ein Grad dem 100. Teil des Abstandes zwischen den Fixpunkten entspricht. Diese Skala kann außerdem nach höheren und tieferen Temperaturen erweitert werden. Dabei werden Temperaturen unter $0^{\circ} C$ als negative Temperaturen bezeichnet.

Thermometer

Neben den Celsius-Thermometern sind noch Widerstandsthermometer, Thermoelemente, Strahlungsthermometer und Dampfspannungsthermometer gebräuchlich. Einige dieser Thermometer werden dort beschrieben, wo die physikalischen Gesetze behandelt werden, die ihre Konstruktion erlauben.

Die absolute Temperatur

In der Physik wird oft eine andere Temperaturskala benutzt, deren Nullpunkt $273,16^{\circ}$ tiefer liegt. In dieser Temperaturskala liegt dann der Schmelzpunkt des Eises bei $+273,16^{\circ}$ und der Siedepunkt des Wassers bei $373,16^{\circ}$. Diese Temperaturskala wird die absolute Temperaturskala oder Kelvin-Skala genannt und die



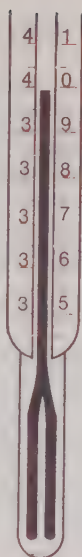
Temperatur absolute Temperatur. Bezeichnet man die in der Celsiuskala gemessene Temperatur mit t und die in der absoluten Temperaturskala gemessene mit T , besteht der Zusammenhang

$$T = t + 273,16$$

Verschiedene Thermometer

Das Fieberthermometer

Beim Fieberthermometer ist das Thermometerrohr unten durch einen Glasstift verengt. Während das Quecksilber beim Erwärmen emporsteigen kann, reißt der Quecksilberfaden beim Abkühlen an der engen Stelle ab. Er bleibt daher in der Röhre stehen und zeigt den höchsten Temperaturstand an. Erst durch kräftiges Schütteln tritt das Quecksilber wieder zurück.

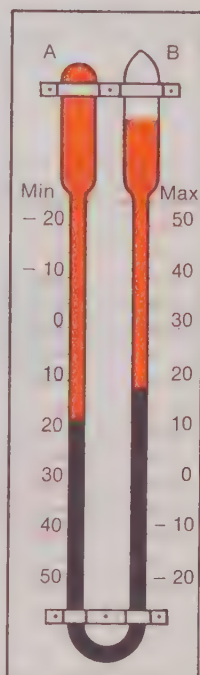


Fieberthermometer

Das Maximum-Minimum-Thermometer

Dieses Thermometer gibt den tiefsten und höchsten Temperaturwert an, den es während einer bestimmten Zeit angezeigt hat. Die untere Hälfte des U-Rohres dieses Thermometers ist mit Quecksilber gefüllt. Darüber befindet sich schwach gefärbter Alkohol. Beim Erwärmen dehnt sich der Alkohol aus und drückt den Quecksilberfaden nach oben. Dabei wird ein kleines Stahlstäbchen ebenfalls nach oben geschoben. Außerdem wird der über dem Alkohol befindliche Alkoholdampf zusammengepreßt. Beim Abkühlen drückt dieser Dampf den Quecksilberfaden zurück, während das Stahlstäbchen auf seinem höchsten Stand bleibt. Auf der anderen Seite bleibt das Stahlstäbchen auf der tiefsten Temperatur stehen. Durch einen kleinen Magneten können die Stäbchen wieder auf einen Normalwert gezogen werden.

Maximum-Minimum-Thermometer



Das Metallthermometer

Das Metallthermometer besteht aus einem Bimetallstreifen. Dieser spiralförmig aufgewinkelte Streifen ist an einem Ende befestigt, während das andere Ende mit einem Zeiger verbunden ist. Bei Erwärmung krümmt sich die Spirale, weil sich die beiden Metalle verschieden stark ausdehnen. Die Eichung der Skala erfolgt mit einem Quecksilberthermometer.



Metallthermometer

Wärmemenge

Um die Temperatur eines Körpers zu erhöhen oder zu vermindern, muß man ihm eine bestimmte Wärmemenge zuführen oder entziehen. Der Wärmeübergang erfolgt stets vom Körper höherer Temperatur zum Körper tieferer Temperatur. Er ist beendet, wenn beide Körper die gleiche Temperatur besitzen. Dabei ist eine kleine Kalorie oder Grammkalorie die Wärmemenge, die 1 g Wasser von 14,5 °C auf 15,5 °C erwärmt. 1000 *cal* bezeichnet man als große oder Kilokalorie, *kcal*. Werden m Gramm Wasser um $\Delta t = (t_2 - t_1)$ °C erwärmt, dann werden $m(t_2 - t_1)$ Kalorien benötigt. Für die Erwärmung irgendeines Stoffes benötigt man eine Wärmemenge von

$$Q = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)$$

Hierin ist c die spezifische Wärme des Stoffes.

$$c = \frac{\text{Wärmemenge}}{\text{Masse} \cdot \text{Temperaturänderung}} \left[\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot \text{Grad}} \right]$$

Diese Zahl gibt demnach an, wieviel Kalorien benötigt werden, um ein Gramm (g) eines Stoffes um 1 Grad zu erwärmen. Für Wasser gilt

$$c = \frac{1 \text{ cal}}{\text{g} \cdot \text{Grad}}$$

Sollen m_1 g Wasser von t_1 °C mit m_2 g Wasser von t_2 °C gemischt werden, stellt sich eine Mischungstemperatur t_m ein. Ist t_2 die höhere Temperatur, so ergibt sich

$$m_1 \cdot (t_m - t_1) = m_2 \cdot (t_2 - t_m)$$

$$\text{oder } t_m \cdot (m_1 + m_2) = m_1 \cdot t_1 + m_2 \cdot t_2$$

$$\text{oder } t_m = \frac{m_1 \cdot t_1 + m_2 \cdot t_2}{m_1 + m_2}$$

$$\text{Ist } m_1 = m_2, \text{ ergibt sich eine Mischungstemperatur } t_m = \frac{t_1 + t_2}{2}$$

Thermische Ausdehnung

Die lineare Ausdehnung

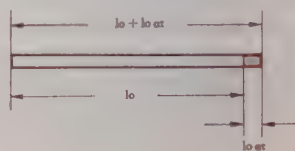
Die meisten Körper dehnen sich mit wachsender Temperatur aus. So nimmt die Länge l_t eines Stabes mit wachsender Temperatur t zu. In einem größeren Temperaturbereich gilt, wenn l_0 die Anfangslänge ist,

$$l_t = l_0 (1 + \alpha t)$$

Daraus ergibt sich für den linearen Ausdehnungskoeffizienten (α)

$$\alpha = \frac{l_t - l_0}{l_0 t} \left[\frac{1}{\text{Grad}} \right]$$

Bei Erwärmung
dehnt sich ein Stab aus



Die kubische Ausdehnung

Für einen Würfel mit der Kantenlänge l errechnet sich bei einer Erwärmung um t^0

$$V_t = l_t^3 = l_0^3 (1 + \alpha \cdot t)^3 = l_0^3 (1 + 3 \cdot \alpha \cdot t + 3 (\alpha \cdot t)^2 + (\alpha \cdot t)^3).$$

$(\alpha \cdot t)^2$ und $(\alpha \cdot t)^3$ sind aber für normale Temperaturen sehr klein gegenüber $\alpha \cdot t$. Man darf daher

$$V_t = l_0^3 (1 + 3 \cdot \alpha \cdot t) = V_0 (1 + 3 \cdot \alpha \cdot t) = V_0 (1 + \beta \cdot t)$$

schreiben. Danach ist β ($\beta = 3 \alpha$) der kubische Ausdehnungskoeffizient. Er ist das Dreifache des linearen Ausdehnungskoeffizienten.

Durch den kubischen Ausdehnungskoeffizienten wird auch die Ausdehnung von Flüssigkeiten beschrieben. Außerdem gilt für die Abhängigkeit der Dichte von der Temperatur

$$\varrho = \frac{m}{V_t} = \frac{m}{V_0 (1 + \beta \cdot t)} = \frac{\varrho_0}{1 + \beta \cdot t}$$

Wärme dehnt eine Metallkugel aus

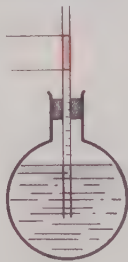
1. Die Kugel fällt durch den Ring



2. Die erwärmte Kugel bleibt im Ring hängen



Bei Erwärmung dehnt sich die Flüssigkeit aus



Bei Erwärmung dehnt sich ein Gas aus

Eiserne Brücken werden an einem Ende meist auf Eisenrollen gelagert. Dadurch können sich die Eisenteile bei Temperaturschwankungen ausdehnen oder zusammenziehen

Zustandsänderungen von Gasen in Abhängigkeit von der Temperatur

Abhängigkeit des Volumens von der Temperatur bei konstantem Druck

Bei der Erwärmung eines Gases dehnt sich dieses aus. Befindet es sich in einem abgeschlossenen Gefäß, so steigt dadurch in diesem der Druck. Den Druck kann man dadurch konstant halten, daß man das Gas in einen Zylinder mit beweglichem Kolben einschließt.

Durch Zurückziehen des Kolbens um den Betrag, der der Ausdehnung des Gases entspricht, wird der ursprüngliche Druck aufrechterhalten. Dann gilt:

$$V_1 = V_0 (1 + \alpha \cdot t) \quad p = \text{konst.}$$

(Gay-Lussacsches Gesetz)

α ist hier viel größer als der kubische Ausdehnungskoeffizient von festen und flüssigen Stoffen. Er hat jedoch für alle Gase nahezu den gleichen Wert. Er beträgt

$$\alpha = \frac{1}{273,2} \left[\frac{1}{\text{Grad}} \right]$$

d. h.: Bei einer Erwärmung um 1° dehnt sich ein Gas bei konstantem Druck um $1/273,2$ seines Volumens bei 0° C aus. Es ist nämlich

$$V_1 = V_0 \cdot \left(1 + \frac{1}{273,2} \cdot t \right) = V_0 \cdot \frac{273,2 + t}{273,2}$$

$$V_0 = \frac{T}{273,2}$$

wobei T wieder die absolute Temperatur darstellt.

Abhängigkeit des Druckes von der Temperatur bei konstantem Volumen

Mit Hilfe des Spannungskoeffizienten γ , der unabhängig von Volumen und Temperatur ist, ergibt sich

$$p_1 = p_0 (1 + \gamma \cdot t)$$

Nun ist aber:

$$p_1 \cdot V_0 = p_0 \cdot V_1$$

oder

$$p_1 \cdot V_0 = p_0 \cdot V_0 (1 + \alpha \cdot t)$$

oder

$$p_1 = p_0 (1 + \alpha \cdot t) \quad V = \text{konst.}$$

Damit ist aber $\beta = \gamma$.

Das bedeutet, daß der Druck bei einer Erwärmung um 1° C $1/273,2$ seines Druckes bei 0° C zunimmt, wenn das Volumen konstant bleibt.

Die Zustandsgleichung idealer Gase

Nach dem Boyle-Mariotteschen Gesetz gilt $p \cdot V = \text{konstant}$ (wenn $t = \text{konstant}$).

Nach dem Gay-Lussacschen Gesetz ist aber

$$V_1 = V_0 (1 + \alpha \cdot t)$$

Dabei ist V_1 das Volumen beim Druck p_0 und $t = \text{konstant}$.

D. h.:

$$p \cdot V = p_0 \cdot V_1$$

oder

$$p \cdot V = p_0 \cdot V_0 (1 + \alpha t)$$

$$p \cdot V = p_0 \cdot V_0 \cdot \left(1 + \frac{t}{273,2} \right) =$$

$$= p_0 \cdot V_0 \cdot \left(\frac{273,2 + t}{273,2} \right)$$

oder

$$p \cdot V = \frac{p_0 \cdot V_0}{273,2} \cdot T = C \cdot T$$

$$C = \frac{p_0 \cdot V_0}{273,2} = \text{konstant}$$

Nach Avogadro enthalten gleiche Volumen verschiedener Gase bei gleicher Temperatur und gleichem Druck die gleiche Anzahl von Molekülen. Außerdem gilt, daß 1 Mol (Molekulargewicht eines Stoffes in Gramm) irgendeines Stoffes die gleiche Anzahl von Molekülen enthält. Dies ist die sogenannte Loschmidtsche Zahl $N_L = 6,023 \cdot 10^{23}$.

Man kann das Avogadrosche Gesetz auch wie folgt formulieren:

1 Mol eines beliebigen Gases nimmt bei gegebener Temperatur und gegebenem Druck das gleiche Volumen ein.

Nach der obigen Gleichung $p \cdot V = C T$ nimmt die Konstante C verschiedene Werte an, weil verschiedene Gase bei gleicher Masse eine verschiedene Anzahl von Molekülen besitzen. Verwenden wir aber das Molvolumen eines Gases (= Volumen eines Mols), so wird die Konstante C zu einer Konstanten C^* , die für alle Gase den gleichen Wert hat. Sie wird als universelle Gaskonstante R bezeichnet. Es ist mit V_m als Molvolumen

$$p \cdot V_m = R T$$

$$R = 8,3166 \cdot 10^7 \text{ erg} \cdot \text{Grad}^{-1} \cdot \text{Mol}^{-1}$$

Hat man nun nicht ein *Mol* eines Gases, sondern *n Mole*, wobei *n* eine beliebige, ganze oder gebrochene Zahl ist, so beträgt das Volumen dieses Gases allgemein

$$V = n \cdot V_m$$

Daraus folgt $pV = n \cdot R \cdot T$

Ein Gas, das dieser Zustandsgleichung streng genügt, bezeichnet man als ideales Gas. Alle realen Gase zeigen Abweichungen, die aber um so geringer sind, je kleiner der Druck und je höher ihre Temperatur ist.

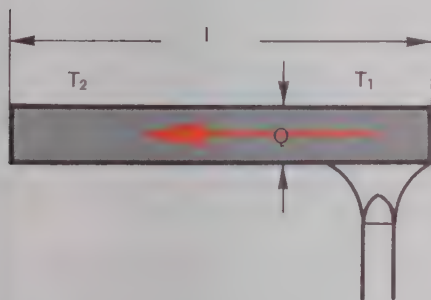
Wärmeleitung

Die Ausbreitung der Wärme erfolgt durch Wärmeleitung und Wärmestrahlung. Die Wärmeleitung kann nur innerhalb von Materie erfolgen und setzt ein Temperaturgefälle voraus. Die Wärmeleitung kommt zum Stillstand, wenn der Temperaturunterschied ausgeglichen ist. Die Wärmestrahlung ist nicht von der Temperatur der Umgebung abhängig und tritt auch im Vakuum auf.

Die Wärmeleitzahl

Die durch den Querschnitt q einer Leitung hindurchströmende Wärmemenge Q ist der Zeit t , dem Querschnitt q und dem Temperaturgefälle $T_1 - T_2$ proportional. Der Länge l der Leitung ist sie umgekehrt proportional. Es ist

$$\frac{Q}{t} = \lambda \cdot q \frac{T_1 - T_2}{l}$$



Hierin ist λ die für jedes Material charakteristische Wärmeleitzahl oder das Wärmeleitvermögen mit der Dimension

$$[\text{cal} \cdot \text{cm} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{Grad}^{-1}]$$

λ selbst wird durch die Wärmemenge definiert, die pro Zeiteinheit durch einen Würfel von 1 cm Kantenlänge strömt, wenn zwei gegenüberliegende Flächen ein Temperaturgefälle von 1 Grad aufweisen. (Die übrigen Flächen sind als wärmeundurchlässig vorauszusetzen.) Man unterscheidet gute und schlechte Wärmeleiter. Gute Wärmeleiter sind alle Metalle,

schlechte Wärmeleiter Holz, Wolle und alle Gase.

Wärmeübergangszahl und Wärmedurchgangszahl

Der Wärmeübergang von einem Körper mit der Temperatur T_1 auf seine Umgebung mit der Temperatur T_2 durch seine Oberfläche F_0 wird durch die Beziehung

$$Q = \alpha \cdot F_0 (T_2 - T_1) t$$

beschrieben.

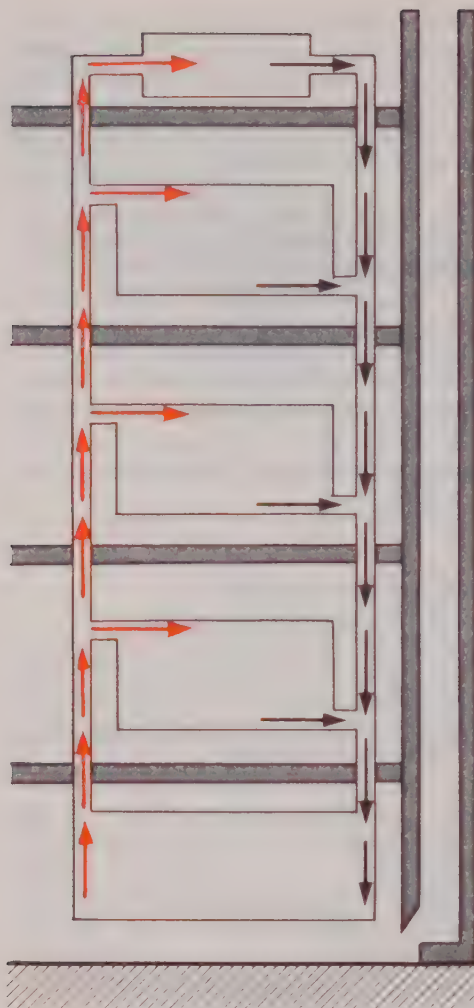
Für den Wärmedurchgang durch eine Platte mit der Fläche F gilt, wenn mit t die Zeit beschrieben wird,

$$Q = k \cdot F (T_2 - T_1) t$$

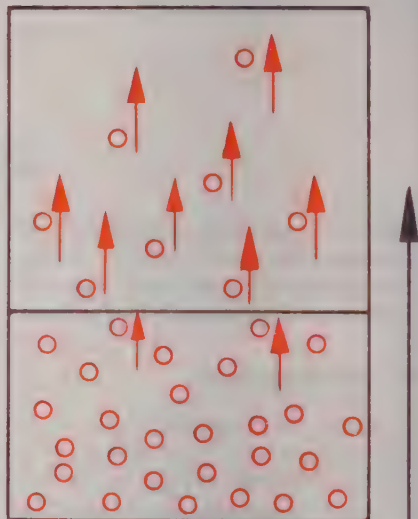
In diesen Gleichungen ist α die Wärmeübergangszahl und k die Wärmedurchgangszahl.

Wärmeleitung durch Konvektion

Ein weiterer Wärmetransport findet durch Konvektion statt. Das bedeutet, daß in einem Gefäß, in dem eine Flüssigkeit erwärmt wird, die warme Flüssigkeitsschicht infolge Abnahme der Dichte nach oben steigt, während die kältere Flüssigkeitsschicht nach unten sinkt. Auf diesem Prinzip arbeiten die Warmwasserheizungen. Auch in Gasen findet ein Wärmetransport auf diese Weise statt.



← Arbeitsprinzip der Warmwasserheizung



Gas höherer Konzentration

Diffusion

Werden zwei verschiedene Gase oder Flüssigkeiten zusammengebracht, so durchmischen sie sich, sie diffundieren. Die Diffusion ist abgeschlossen, wenn ein Konzentrationsausgleich stattgefunden hat. Voraussetzung für Diffusion ist somit, daß zwischen zwei Gasen bzw. Flüssigkeiten ein Konzentrationsgefälle besteht.

Die verschiedenen Aggregatzustände

Das Nebeneinander von Flüssigkeit und Dampf, festen Körpern und Flüssigkeiten

Bei gegebenem Druck und gegebener Temperatur befindet sich über einer Flüssigkeit stets eine bestimmte Menge Dampf, der aus Flüssigkeitsmolekülen besteht. Den Druck dieses Dampfes im Gasraum bezeichnet man als Dampfdruck. Jede Flüssigkeit besitzt also

einen charakteristischen Dampfdruck. Dieser ist von der Temperatur abhängig, aber unabhängig vom Volumen. Wird das Volumen verringert, kondensiert der Dampf aus dem Dampfraum wieder. Vergrößert man das Volumen, verdampft wieder so viel Flüssigkeit, bis der Dampfdruck den gleichen Wert erreicht hat. Diesen Druck nennt man Sättigungsdruck oder Tension.

Bei diesem Druck befinden sich Dampf und Flüssigkeit im Gleichgewicht. Will nun ein



◄ Radar, aus dem englischen **Radio Detection and Ranging** („Radio-Finden und -Orten“), beruht auf dem Prinzip, daß ein Sender über eine Richtantenne hochfrequente Impulse ausstrahlt, die von dem Meßgegenstand reflektiert werden. Nach Verstärkung erscheint der empfangene Impuls auf dem Schirm der Braunschen Röhre des Radar-Empfangsgerätes. Radar ist für den Flugverkehr und die Schifffahrt von großer Wichtigkeit geworden

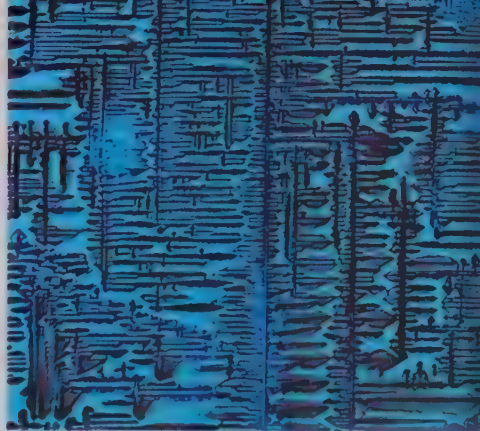
▼ Dieses Photo hält den Moment fest, in dem der Astronaut David Scott das Raumschiff Apollo 9 verließ, um einige Zeit, mit dem Schutzanzug bekleidet, frei im Weltraum zu experimentieren





▲ Der Blitz entwickelt eine Geschwindigkeit von etwa 100 km/s . Die Spannung zwischen Wolke und Erde beträgt dabei meist einige hundert Millionen Volt. Der Ladungsausgleich, also der Blitz, dauert nur etwa den fünfzigmillionsten Teil einer Sekunde.

▼ Diese Aufnahme zeigt die Wirkung eines Laserstrahls, der auf Metall trifft.

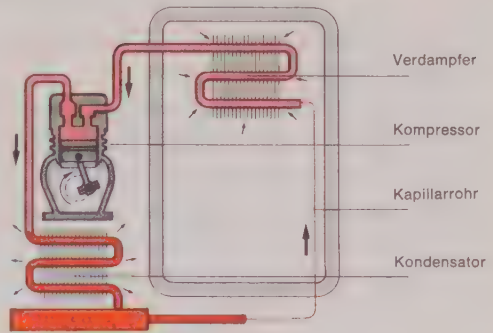


▲ Bernstein-säure-imid, ein wichtiger Rohstoff für die pharmazeutische Industrie, zeigt unter dem Elektronenmikroskop diese Struktur. Aufgenommen mit einem Zeiß-Photomikroskop mit Zeiß-Luminar $f: 25 \text{ mm}$ und polarisiertem Licht (Photo Kage, Weißenstein).

▼ Läufer eines großen Kraftwerksgenerators in der Montage.



Schematische Darstellung eines Kältschrankes



weiteres Flüssigkeitsmolekül in den Außenraum dringen, muß es Arbeit leisten. Dies gelingt nur einem Molekül, dessen kinetische Energie gleich oder größer als die zu leistende Arbeit ist. Es kann so durch die Oberfläche der Flüssigkeit treten. Andere Moleküle, die aus dem Außenraum auf die Oberfläche der Flüssigkeit aufprallen, treten wieder ein. Gleichgewicht herrscht, wenn die Anzahl der austretenden Moleküle gleich der Anzahl der wieder eintretenden ist. Wird die Temperatur erhöht, so erhöht sich auch die kinetische Energie der Moleküle, so daß wieder Moleküle in den Dampfraum treten können. Erst wenn bei Vergrößerung des Volumens alle Flüssigkeit verdampft ist, nimmt bei weiterer Volumenvergrößerung der Druck ab. Je geringer der Druck wird, desto mehr nimmt der Dampf die Eigenschaften von Gasen an, die man auch ungesättigte Dämpfe nennt. Beide Zustände, den flüssigen und den gasförmigen Zustand, bezeichnet man als Phasen.

Da die Moleküle bei der Verdampfung Arbeit leisten müssen, wird Wärme verbraucht. Die Wärmemenge, die der Masse 1 einer Flüssigkeit zugeführt werden muß, um sie bei konstanter Temperatur zu verdampfen, ist die spezifische Verdampfungswärme. Es ist

spez. Verdampfungswärme =

$$\frac{\text{zugeführte Wärme}}{\text{Masse der verdampften Flüssigkeit}}$$

Für Wasser beträgt sie z. B. $539 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1}$.

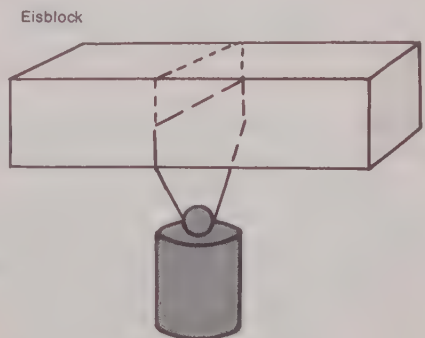
Auf der Ausnutzung der Verdampfungswärme beruht die Kälteerzeugung im Kältschrank. Im Verdampfer im Innern eines Kältschranks verdampft (verdunstet) eine Flüssigkeit mit niedrigem Siedepunkt. Dabei entzieht sie ihrer Umgebung, also dem Kühlfach, Wärme. Das Kühlfach kühlt daher mit der Zeit ab. Ein Kompressor saugt den Dampf ab und befördert ihn unter starkem Druck in einen Kondensator. Hier wird die beim Verdampfen aufgenommene Wärme über ein System von Kühlrippen an die Umgebung abgegeben. Dabei verflüssigt sich das Kühlmittel wieder, das nun durch ein Rohr mit sehr kleinem Querschnitt (Kapillarrohr) erneut in den Verdampfer geleitet wird, wo sich der Vorgang wiederholt.

Auch feste Körper verdampfen. Ihr Dampfdruck ist ebenfalls nur von der Temperatur abhängig. Beim Übergang vom festen in den flüssigen Zustand wird Wärme verbraucht. Beim Übergang vom flüssigen in den festen Zustand wird dieselbe Wärmemenge wieder frei. Die spezifische Schmelzwärme des Eises beträgt z. B. $80 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1}$.

Prinzip der Flucht vor dem Zwang:

Jede äußere Einwirkung, die eine Zustandsänderung eines Systems bewirkt, ruft eine Änderung hervor, die dem ausgeübten Zwang (der äußeren Einwirkung) ausweicht. Eis z. B. weicht dem Zwange eines Druckes durch Schmelzen aus. Läßt der Druck nach, gefriert es wieder.

Wird der Dampfdruck einer Flüssigkeit gleich dem Außendruck, so siedet die Flüssigkeit.



Das Gewicht sinkt nach unten.

Der Draht wandert durch den Eisblock.

Die kinetische Wärmetheorie

Um die empirisch gefundenen Gesetzmäßigkeiten der kinetischen Gastheorie abzuleiten, genügt schon ein sehr einfaches Modell:

1. Ein Gas besteht aus einer großen Anzahl von Molekülen oder Atomen. Ihre Größe ist sehr gering im Vergleich zum gegenseitigen Abstand der Teilchen.
2. Die Moleküle bewegen sich völlig regellos in alle Richtungen des Raumes.
3. Stöße der Gasteilchen mit ihresgleichen oder der Wand des Gefäßes erfolgen in Form eines idealen Stoßes nach den Gesetzen der Klassischen Mechanik.

Wir hatten schon angeführt, daß der Druck eines idealen Gases

$$p = \frac{1}{3} \rho \cdot v^2 = \frac{1}{3} n \cdot m \cdot v^2$$

ist, wobei v = Mittlere Geschwindigkeit der Moleküle, n = Anzahl der Moleküle, m = Masse eines Moleküls ist.

$$\text{Aus } \rho = \frac{M}{V} = \frac{M_m}{V_m} \text{ folgt: } p = \frac{1}{3} \frac{M_m}{V_m} v^2 \quad p \cdot V_m = \frac{1}{3} M_m \cdot v^2$$

Durch Einführen der Loschmidtschen Zahl $N_L = 6,02 \cdot 10^{23}$ pro Mol ergibt sich

$$M_m = N_L \cdot m$$

$$p \cdot V_m = \frac{1}{3} N_L \cdot m \cdot v^2 = \frac{2}{3} N_L \cdot E_{\text{kin}}$$

$$\text{Aus } p \cdot V_m = R \cdot T \text{ folgt: } \frac{2}{3} E_{\text{kin/Mol}} = R \cdot T \quad \text{oder: } E_{\text{kin/Mol}} = \frac{3}{2} \cdot R \cdot T$$

Für die mittlere kinetische Energie eines Moleküls ergibt sich:

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{3}{2} \cdot \frac{R}{N_L} T$$

Die Proportion $\frac{R}{N_L} = k$ wird als Boltzmannkonstante bezeichnet:

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T \text{ mit } k = 1,3804 \cdot 10^{-16} \text{ erg/Grad}$$

Die Moleküle können nun kinetische Energie in drei Arten besitzen: die Energie kann für eine Translationsbewegung, eine Rotationsbewegung oder eine Schwingungsbewegung um die Gleichgewichtslage benutzt werden.

Kann ein Körper sich in alle drei Richtungen des Raumes bewegen, so besitzt er drei Freiheitsgrade der Translation. Kann er sich nur in einer Ebene bewegen, so besitzt er nur deren zwei. Entsprechendes gilt auch für Rotationsbewegungen und Schwingungen.

Wichtig ist hier nun der *Gleichverteilungssatz*:

Die in einem Gas enthaltene Energie verteilt sich gleichmäßig auf die zur Verfügung stehenden Freiheitsgrade.

Da die mittlere kinetische Translationsenergie eines Moleküls:

$$E_{\text{kin}} = \frac{3}{2} k T$$

ist, entfällt bei einatomigen Gasen (3 Freiheitsgrade) auf jeden Freiheitsgrad eine Energie von:

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} k T.$$

Die Brownsche Molekularbewegung

Betrachtet man kleine, gerade noch wahrnehmbare Teilchen, die in einem Gas oder einer Flüssigkeit schweben, mit dem Mikroskop, so findet man, daß sich diese Teilchen niemals in Ruhe befinden, sondern eine nach Richtung und Geschwindigkeit dauernd wechselnde Fortbewegung (Translation) und eine ebenfalls dauernd wechselnde Rotation ausführen. Teilchen, die eine solche Zickzackbewegung ausführen, verhalten sich wie sehr große Moleküle. Daher gilt auch für sie, daß auf jeden

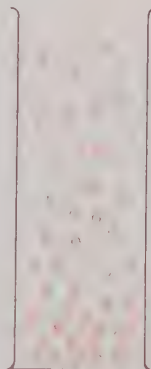
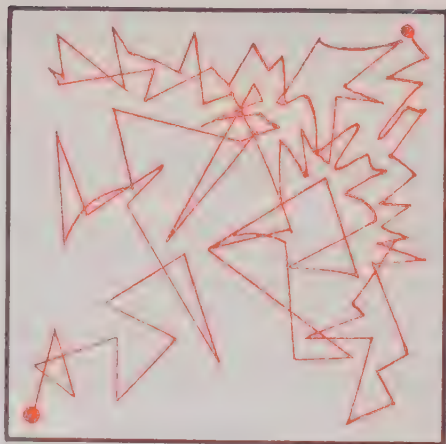
Freiheitsgrad ein Energiebetrag $\frac{1}{2} kT$ entfällt.

Daraus ergibt sich weiter, daß die Bewegung dieser Teilchen um so intensiver wird, je höher die Temperatur steigt. Unter der Wirkung dieser Bewegung, die eine gleichmäßige Verteilung verursacht, und unter der Wirkung der Schwerkraft, die sie zu Boden drückt, verteilen sie sich in der Flüssigkeit oder in einem Gas so, daß sie in tieferen Lagen zahlreicher sind als in höheren.

Der erste Hauptsatz der Wärmelehre

Wärme ist eine Form der Energie. Energie kann aber nach dem Energieerhaltungssatz der Mechanik nicht verlorengehen. Das bedeutet, daß die verschiedenen Formen der Energie (z. B. Wärmeenergie, mechanische Energie) ohne Verlust ineinander überführbar sind (1. Hauptsatz der Wärmelehre).

Führt man einem System von außen eine Wärmemenge Q zu, so dient diese zur Erhöhung seiner inneren Energie U (Temperatur, elektrische oder chemische Energie) und zur Ar-



beitsleistung A . Letztere ist negativ, wenn sie vom System abgegeben wird. Es gilt demnach

$$Q = U - A$$

oder

$$U = Q + A.$$

Auf ein ideales Gas angewendet, besagt dies, daß bei der Ausdehnung eines Gases bei konstantem Druck von einem Volumen V_1 auf V_2 ($V_2 - V_1 = \Delta V$) die Arbeit $p \cdot \Delta V$ benötigt wird. Diese wird von dem Gas geleistet. Aus dem Energieerhaltungssatz folgt, daß dieser Arbeitsbetrag durch eine Abnahme der Wärmeenergie des Gases aufgebracht wird.

Das Gas kühlt sich bei der geleisteten Arbeit $p \cdot \Delta V$ von einer Temperatur T_1 auf eine tiefere Temperatur T_2 ab.

Das mechanische Wärmeäquivalent

Aus dem 1. Hauptsatz folgt, daß mechanische Arbeit und Wärme zwei verschiedene, ineinander umwandelbare Formen der Energie sind. Die Einheit der Wärmemenge ist 1 *kcal*, die der Arbeit 1 *Joule*. Die Frage war nun, wieviele Joule bzw. Kilokalorien einander entsprechen. Mit Hilfe einer speziellen Versuchsanordnung gelang es, diese Proportion zu finden:

$$\begin{aligned} 1 \text{ Joule} &\cong 0,239 \cdot 10^{-3} \text{ kcal} \\ 1 \text{ kcal} &\cong 4,185 \cdot 10^3 \text{ Joule} \end{aligned}$$

Die Entropie

Es gibt in der Natur viele Vorgänge, die von selbst nur in einer ganz bestimmten Richtung verlaufen. So strömt durch Wärmeleitung stets nur Wärme vom Körper höherer Temperatur zum Körper tieferer Temperatur. Zwei unvermischte Gase vermischen sich in einem Gefäß von selbst. Eine selbständige Entmischung findet jedoch nicht statt. Solche Vorgänge bezeichnet man als irreversibel. Jedem Zustand eines solchen Systems ordnet man eine Funktion S zu, die als Entropie des Zustandes bezeichnet wird. Diese Entropie nimmt in einem abgeschlossenen System beim Ablauf eines irreversiblen Vorganges stets zu. Von selbst verlaufen also nur Vorgänge, bei denen die Entropie zunimmt.

Entropie und Wahrscheinlichkeit

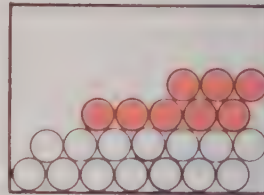
Wie schon gesagt, diffundieren zwei anfangs getrennte Gase, bis sie vollkommen durchmischt sind. Die Entropie des Endzustandes ist demnach größer als die des Anfangszustandes. Betrachtet man ferner die Ordnung des Anfangszustandes und die des Endzustandes, so ist ein Zustand höherer Ordnung in einen Zustand höherer Unordnung übergegangen. Nun ist außerdem der Zustand, daß beide Gase unvermischt bleiben, sehr unwahr-

scheinlich. Die größte Wahrscheinlichkeit besitzt der Zustand mit der größten Unordnung. Das bedeutet wiederum, daß die Zunahme der Entropie S und die Zunahme der Wahrscheinlichkeit W in einem bestimmten Zusammenhang zueinander stehen. Dieser Zusammenhang ist durch die Beziehung

$$S = k \cdot \ln W$$

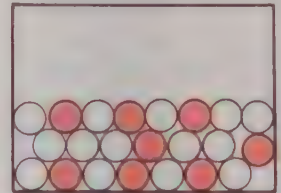
beschrieben, die besagt, daß die Entropie eines Systems dem natürlichen Logarithmus der Wahrscheinlichkeit proportional ist.

1. Die Kugeln sind geordnet



Verhalten von Kugeln beim Schütteln des Gefäßes

2. Die Kugeln sind durchmischt



Der zweite Hauptsatz der Wärmelehre

Bei der Entropiebetrachtung wurde gesagt, daß bei freiwillig verlaufenden Vorgängen die Entropie zunimmt. In bestimmten Fällen kann sie auch gleich, nie aber kleiner als die Entropie des Ausgangszustandes sein.

Dies bildet den Inhalt des 2. Hauptsatzes:

In einem abgeschlossenen System kann die Entropie niemals abnehmen, sondern sie bleibt bei reversiblen Vorgängen konstant und nimmt bei irreversiblen Vorgängen zu.

Wärmekraftmaschinen

Der Wirkungsgrad (Nutzeffekt)

Um Wärme in Arbeit zu verwandeln, bedarf es einer Wärmemenge Q , die größer als die zu leistende Arbeit ist, da ein oft nicht geringer Teil durch Reibung der Maschinenteile verbraucht und ein anderer Teil an die Umgebung abgegeben wird.

Der Nutzeffekt wird nun durch das Verhältnis der Arbeit zur aufgewendeten Wärme bestimmt. Es ist

$$\eta = \frac{A}{Q}$$

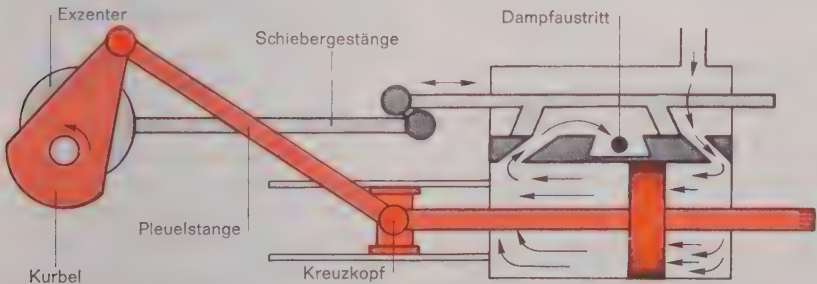
Wird außerdem die verlorene Wärmemenge durch Q' bezeichnet (Reibung etc.), so ergibt sich, da

$$A = Q - Q', \eta = \frac{Q - Q'}{Q} = \frac{T - T'}{T}.$$

Das bedeutet, daß eine Wärmekraftmaschine zwischen zwei Temperaturen T und T' arbeitet und daß der Wirkungsgrad um so größer ist, je größer die Temperaturdifferenz $T - T'$ ist.

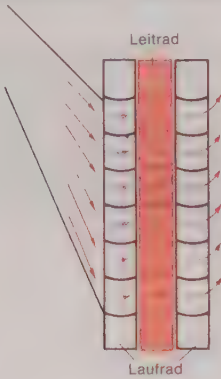
Dampfmaschinen

Bei den Dampfmaschinen ist der Wärmebehälter mit der höheren Temperatur der Dampfkessel. Das kältere Wärmereservoir ist der Kondensor. In dieser Vorrichtung kondensiert der Dampf nach erfolgter Arbeitsleistung. Der im Kessel erzeugte Dampf strömt zuerst in den Schieberkasten des Zylinders und drückt je nach Stellung des Schiebers einmal von rechts und dann von links gegen den Kolben. Gleichzeitig wird der ausgenutzte Dampf durch eine zweite Öffnung im Schieberkasten wieder nach außen gedrückt. Die Bewegung des Kolbens wird über Kolbenstange, Kreuzkopf, Pleuelstange und Kurbel auf ein Schwungrad übertragen, also in eine Drehbewegung umgewandelt. Auf der Welle des Schwungrades sitzt außerdem ein Exzenter. Er ist durch eine Schieberstange so mit dem Schieber verbunden, daß dieser beim Hin- und Herbewegen den Dampfstrom steuert.



Dampfturbinen

Bei den Dampfturbinen wird sofort eine Drehbewegung erzeugt, indem der Dampf gegen die sehr zahlreichen Schaufeln eines oder mehrerer Schaufelräder strömt. Die Rotationsgeschwin-



digkeit kann bei Dampfturbinen sehr hoch sein. Für den Antrieb von Dynamomaschinen und Generatoren sind solche hohen Drehzahlen von besonderem Vorteil.

Explosionsmotoren

Die Wirkungsweise eines Explosions- oder Verbrennungsmotors beruht auf der Verbrennung eines Gas-Luft-Gemisches, das sich infolge der bei der Explosion auftretenden sehr großen Erwärmung stark ausdehnt und dabei einen Kolben in Bewegung setzt. Hierbei wird Arbeit jedoch nur in der einen Bewegungsrichtung des Kolbens geleistet.

Der Viertaktmotor

Die wesentlichsten Teile am Zylinder eines Viertaktmotors sind Kolben und Pleuelstange, Kurbel, Kurbelwelle, Zündkerze, Einlaß- und Auslaßventil. Die Ventile werden durch Federn geschlossen und durch eine Nockenwelle geöffnet. An der Zündkerze entsteht auf elektrischem Wege ein Funke, der das komprimierte Gasgemisch entzündet. Die Arbeit des Viertaktmotors vollzieht sich in vier Takten:

1. Ansaugen
2. Verdichten
3. Verbrennen
4. Ausstoßen

Der Zweitaktmotor

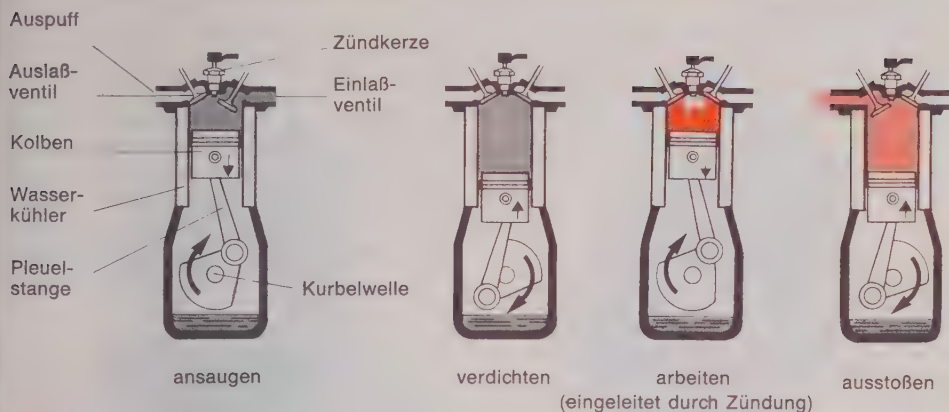
Beim Zweitaktmotor fallen je zwei Arbeitstakte zusammen, Ansaugen und Verdichten, Verbrennen und Ausstoßen. Außerdem besitzt er keine Ventile, sondern nur Schlitze. Ansaugrohr und Auspuffrohr liegen übereinander. Ihnen gegenüber befindet sich ein Überströmkanal, der bei einer bestimmten Kolbenstellung das gasdicht abgeschlossene Kurbelgehäuse mit dem Zylinderraum über dem Kolben verbindet. Der Zylinder hat meist eine Kolbennase, die ein Vermischen des verbrannten Gases mit dem frischen Gas verhindern soll. Wird nun das verdichtete Gas entzündet, so bewegt sich der Kolben nach unten. Unter dem Kolben verdichtet sich das Gas-Luft-Gemisch im Kurbelgehäuse. Dabei wird die Auslaßöffnung freigegeben, und die verbrannten Gase entweichen. Währenddessen strömt das Gasgemisch durch den Überströmkanal in den Zylinder. Während das Gasgemisch im Zylinder weiter bei der Aufwärtsbewegung des Kolbens komprimiert wird, werden Überströmkanal und Auspuffschlitze verschlossen. Unter dem Kolben vergrößert sich der Raum, der Einlaßschlitze wird frei, und neues Gasgemisch wird aus dem Vergaser angesaugt.

Der Dieselmotor

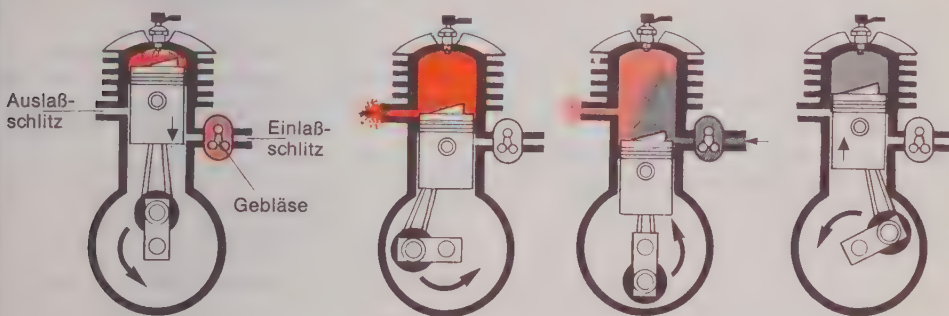
Der Dieselmotor, nach seinem Erfinder benannt, arbeitet ohne Vergaser und ohne Zündkerzen. Die angesaugte Luft erwärmt sich beim Verdichten auf 600 bis 700 °C. Dadurch entzündet sich der eingespritzte Kraftstoff (Schweröl). Die Arbeitsweise verläuft in vier Takten:

1. Der Kolben bewegt sich nach unten. Durch das offene Einlaßventil wird Frischluft angesaugt.
2. Beim Nachobengehen des Kolbens findet eine Kompression statt (35fach), bei der sich die Luft bis auf 700 °C erhitzt. In dieser Zeit sind die Ventile geschlossen.
3. Das jetzt eingespritzte Schweröl entzündet sich sofort und treibt den Kolben nach unten.
4. Während der Kolben wieder nach oben geht, öffnet sich das Auslaßventil.

Ottomotor – Wirkungsweise eines Viertaktmotors



Ottomotor – Arbeitstakte – Gebläsegepülter Zweitakt-Ottomotor



Die Diesellokomotive. Dieselmotoren werden u. a. zum Antrieb von Lokomotiven verwendet. Bei einer modernen Diesellokomotive, wie etwa der V 320, besitzen zwei Dieselmotoren eine Leistung von je 1900 PS. Diese verleihen der V 320 eine Fahrgeschwindigkeit von etwa 160 km/h.

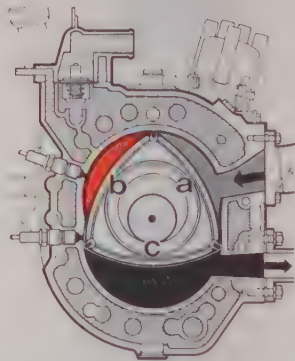
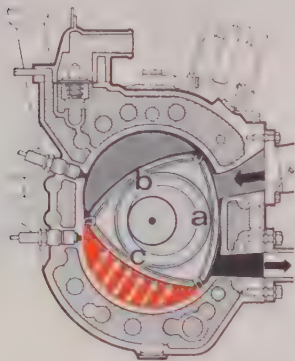
selben Vorgänge (Ansaugen, Verdichten, Zünden, Ausstoßen) wie bei einem Otto-Motor abspielen, nur mit dem Unterschied, daß die genannten Vorgänge dreimal während einer Umdrehung der Kolbenachse (Kurbelwelle) stattfinden:

1. Ansaugen: Die Brennkammer vergrößert sich. Das Brennstoff-Luft-Gemisch wird angesaugt.
 2. Verdichten: Die Brennkammer verkleinert sich. Das Gasgemisch wird verdichtet (Kompression).
 3. Zünden: Das Gasgemisch wird gezündet. Dieser Vorgang treibt den Kolben weiter (Arbeitstakt).
 4. Ausstoßen: Die verbrannten Gase werden hinausgedrückt.
- Das Gesagte gilt für jede der drei Kammern.

Der Wankelmotor

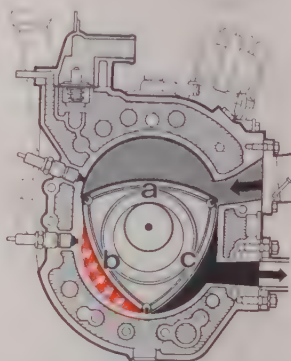
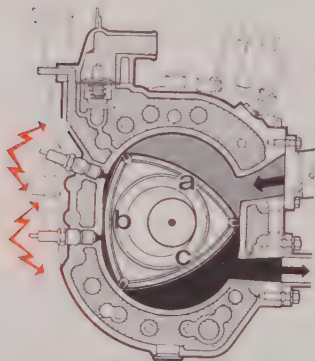
Der Wankelmotor arbeitet ähnlich wie ein Viertaktmotor (Otto-Motor). Doch bewegt sich der Kolben dieses Motors nicht hin und her, sondern führt eine Drehbewegung aus. Er hat die Form eines gleichseitigen Prismas mit gewölbten Seitenflächen. Bei der Drehbewegung gleiten die drei Kanten des Kolbens an der Gehäusewand entlang. Dadurch entstehen drei Brennkammern, in denen sich die-

Wankelmotor – Man sieht in der Mitte die Brennkammer mit dem Drehkolben und links die beiden Zündkerzen.



Nachdem über die Kolbenflanke a der letzte Rest verbrannter Gase ausgeschoben ist, beginnt der Ansaugtakt. Frisches Benzin-Luft-Gemisch strömt durch den Einlaßkanal in die Kammer b. Wenn man sich vorstellt, daß sich der Drehkolben langsam gegen die Uhrzeigerichtung dreht, sieht man, wie das Frischgas verdichtet (komprimiert) wird.

Kammer a saugt weiter Frischgas an, während Kammer b noch stärker verdichtet. In Kammer c haben die verbrannten Gase ihre volle Wirkung getan. Die rechte Dichtleiste hat die Auslaßsteueröffnung freigegeben, und die verbrannten Gase strömen durch den Auslaßkanal.

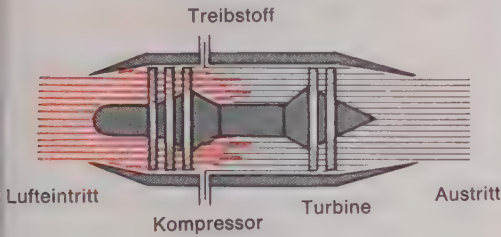


Noch immer saugt Kammer a Benzin-Luft-Gemisch an, b hat voll verdichtet. Zwei Zündfunken entzünden jetzt gleichzeitig das komprimierte Gemisch. Kammer c schiebt die verbrannten Gase weiter aus.

Kammer a ist nun voll mit Frischgas gefüllt. Der Kompressionsakt setzt ein, sobald die Dichtleiste die Einlaßöffnung geschlossen hat. In Kammer b dehnen sich die verbrennenden Gase aus und treiben mit dem Kolben die Exzenterwelle in Drehrichtung voran. Kammer c schiebt währenddessen die verbrannten Gase weiter aus.

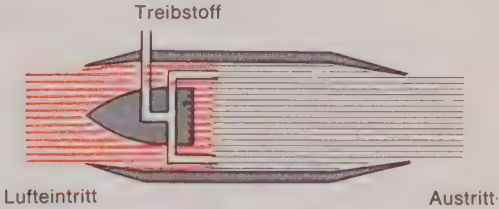
Das Turbinen-Strahltriebwerk

Der Schub dieses Triebwerks wird durch den Ausstoß von Gasen erzeugt. Nachdem die vorn angesaugte Luft komprimiert wurde, gelangt sie zusammen mit dem Brennstoff in die Brennkammern. Dort wird das Brennstoff-Luftgemisch gezündet, und die sich ausdehnenden Gase erzeugen einen Stoß, der das Flugzeug nach vorn treibt. Ein Teil der Gase wird dazu benutzt, die Kompressorturbine anzutreiben.



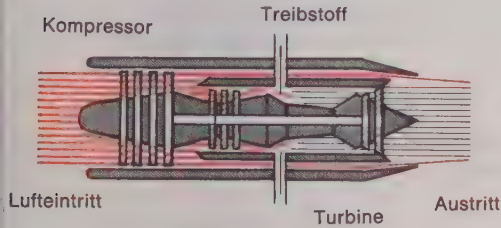
Das Staustrahltriebwerk

Dieses Triebwerk enthält keine beweglichen Teile. Die Luft wird durch den Aufstau weitestgehend komprimiert, so daß Kompressor und Turbine überflüssig werden. Mit diesem Triebwerk können Geschwindigkeiten größer als Mach 2 erreicht werden.



Das Zweistromtriebwerk

Das Zweistromtriebwerk ist ein Turbinen-Strahltriebwerk, bei dem ein kalter Luftstrom den heißen konzentrisch umgibt. Dies bewirkt einen höheren Standschub, geringeren spezifischen Verbrauch, bessere Regelbarkeit, geringeren Lärm.



OPTIK

Formelzeichen der Optik

Formelzeichen	Benennung	Einheit	Bemerkungen
c	Lichtgeschwindigkeit	km/s	$c = 299\,792\, km/s \approx 300\,000\, km/s$
J	Lichtstärke	cd (Candela)	
L, B	Leuchtdichte	sb (Stilb)	$1\, sb = 1\, cd/cm^2$
Φ, F	Lichtstrom	lm (Lumen)	
Q	Lichtmenge	$lm \cdot h$	
E	Beleuchtungsstärke	lx (Lux)	$1\, lx = 1\, lm/m^2$
F	Brennpunkt		
f	Brennweite	cm	
B, G	Bild, Gegenstand		
n_1, n_2	Brechungsindex		

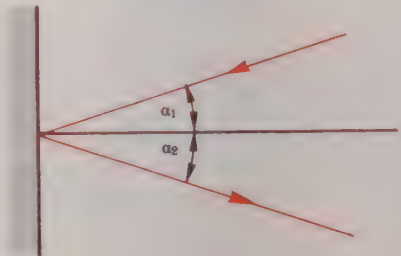
Geometrische Optik

Bevor wir die Gesetzmäßigkeiten, die der „Geometrischen Optik“ zugrunde liegen, im einzelnen behandeln, wollen wir zwei allgemeine Erfahrungstatsachen über die Eigenschaften des Lichtes erwähnen:

1. Licht wird von uns nur dann wahrgenommen, wenn es in unser Auge fällt.
2. Von einer Lichtquelle breitet sich das Licht **allseitig** und **geradlinig** aus. (Ein Anvisieren von Maßstäben in der Landvermessung ist ja nur dadurch möglich, daß sich das Licht geradlinig ausbreitet.)

Reflexionsgesetz

Oberflächen von Stoffen, die das Licht nicht absorbieren oder streuen, sondern es zurückwerfen (= reflektieren), nennt man „Spiegel“ (z. B. Wasserspiegel, Glasspiegel). Dabei ist der Winkel α_1 , unter dem der einfallende Strahl auf einen ebenen Spiegel trifft, gleich dem Winkel α_2 , unter dem der gleiche Lichtstrahl von der Spiegeloberfläche reflektiert wird:

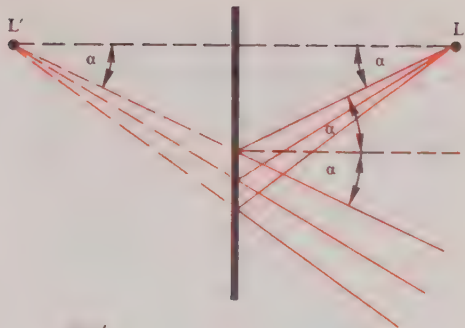


$$\alpha_1 = \alpha_2 \text{ (Reflexionsgesetz)}$$

Bilderzeugung an Spiegeln

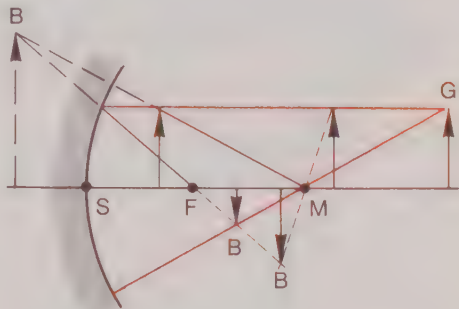
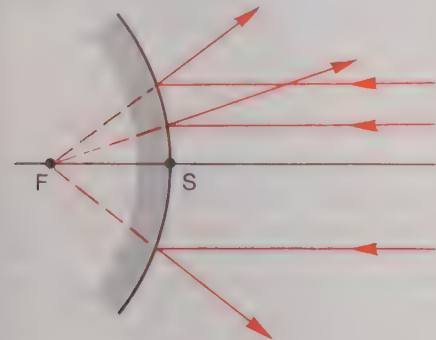
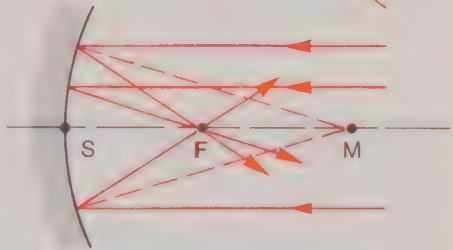
Der ebene Spiegel

Das Bild eines Gegenstandes, der in einem Spiegel abgebildet wird, ist für einen Beobachter nur virtuell (scheinbar) – virtuell darum, weil die einzelnen Punkte dieses Bildes nicht als Schnittpunkte wirklicher Lichtstrahlen erscheinen, sondern als Schnittpunkte der geometrischen Verlängerung der tatsächlich reflektierten Lichtstrahlen.



Der sphärische Spiegel

Ein sphärischer (kugelförmiger) Hohlspiegel (Konkavspiegel) reflektiert achsennahe, parallel zur Hauptachse verlaufende Strahlen so, daß sie alle durch den Brennpunkt F des Spiegels verlaufen. Beim Konkavspiegel werden die Strahlen so reflektiert, als verliefen sie alle durch den virtuellen Brennpunkt des Spiegels.

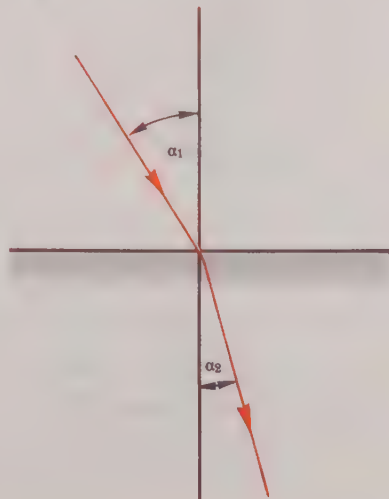


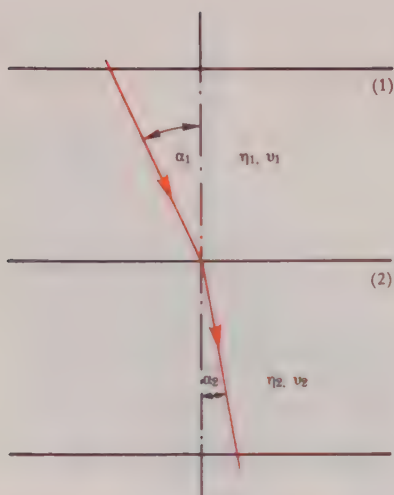
Das Brechungsgesetz

Fällt Licht aus dem Vakuum auf die ebene Oberfläche eines Mediums, wird nur ein Teil reflektiert. Der Rest tritt nach Richtungsänderung in das Medium ein. Diese Richtungsänderung wird Brechung genannt. Es gilt nach dem Snelliusschen Brechungsgesetz

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = n$$

Hierin ist n der Brechungsindex oder der Brechungsexponent, wobei der Brechungsindex





des Vakuums gleich 1 ist. Tritt das Licht jedoch von einem Medium 1 ins Medium 2 mit den Indizes n_1 und n_2 , ist

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Verwendet man die beiden Ausbreitungsgeschwindigkeiten in den beiden Medien, wird

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

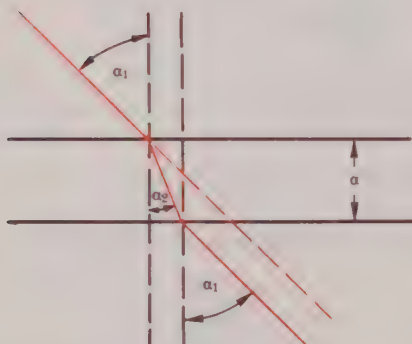
Von zwei Stoffen mit verschiedenen Brechungsindizes ist derjenige der optisch dichtere, der den größeren Brechungsindex besitzt.

Durchgang des Lichtes durch planparallele Platten

Geht Licht durch eine planparallele Platte, so erfährt es wegen zweimaliger Brechung an den Grenzflächen, die unter dem gleichen Winkel erfolgen, eine Parallelverschiebung.



Doppelbrechung

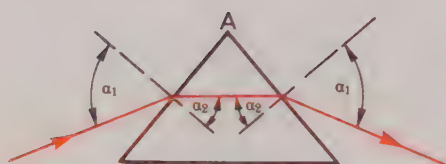


Ablenkung des Lichtes im Prisma

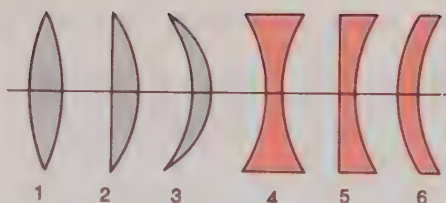
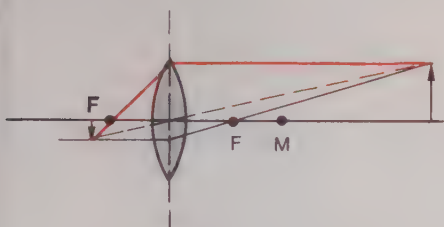
Beim Durchgang des Lichtes durch ein dreiseitiges Prisma erfährt der Lichtstrahl eine Ablenkung von der „brechenden Kante“ A fort. Unter der „brechenden Kante“ A versteht man den Schnittpunkt der geneigten Flächen des Prismas. Der Strahl wird also stets nach dem breiten Ende des Prismas abgelenkt. (Hier handelt es sich im Gegensatz zu einer Doppelbrechung an planparallelen Platten um eine zweimalige Brechung im gleichen Sinne.)

Linsen

Lichtdurchlässige Körper, die von zwei Kugelflächen begrenzt werden, nennt man Linsen. Ist eine Linse in der Mitte dicker als am Rand, so wird sie als Sammellinse (Konvexlinse) bezeichnet. Im umgekehrten Fall wird sie Zerstreuungslinse (Konkavlinse) genannt. Linsen können wie Hohlspiegel zur Abbildung von



Gegenständen benutzt werden, wobei reelle und virtuelle Bilder erzeugt werden können.



Sammellinsen:	Zerstreuungslinsen:
1 bikonvex	4 bikonkav
2 plankonvex	5 plankonkav
3 konkavkonvex	6 konvexkonkav

Die wichtigsten Linsenformen

Abbildung durch Linsen

Wie ein Bild mit einer Linse entworfen werden kann, wollen wir uns an Hand der untenstehenden Zeichnung plausibel machen. Symbolisieren wir jeden beliebigen Gegenstand mit dem roten Pfeil 1, so können wir den Verlauf der Lichtstrahlen, die von ihm ausgehen, folgendermaßen charakterisieren:

- a) Parallelstrahl: Er verläuft parallel zur Hauptachse, wird an der Linse gebrochen und geht nach der Brechung durch den Brennpunkt F_2 hinter der Linse hindurch.
- b) Mittelpunktstrahl: Er geht ohne Brechung durch den Mittelpunkt der Linse.

Die beiden Strahlen a und b schneiden sich in einem Punkt A' . Entsprechendes gilt für alle anderen Strahlen, die von einem beliebigen Punkt des roten Pfeils ausgehen. Alle Schnittpunkte dieser Strahlen zusammen ergeben dann das Abbild des roten Pfeils $1' - A'$.

Zunächst wollen wir das **Linsengesetz** ableiten. Wenn wir die Größe des Gegenstandes mit G und die Bildgröße mit B , den Abstand des Gegenstandes G von der Mitte der Linse mit g und den Abstand des Bildes B von der Linsenmitte mit b bezeichnen, dann liefern die Gesetze über ähnliche Dreiecke (hier: $1\ AM$, $1'\ A'\ M$) folgende Beziehung:

$$(1) \quad B : G = b : g$$

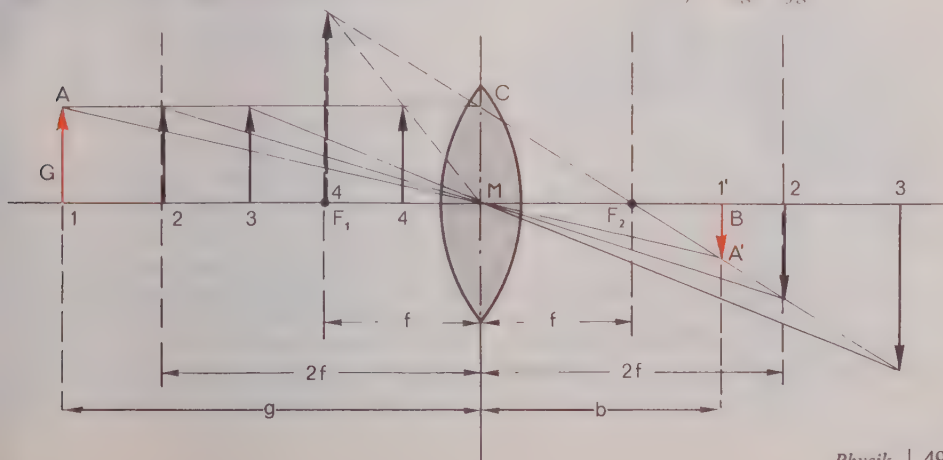
Außerdem sind hier auch noch die Dreiecke F_2MC und $F_21'\ A'$ ähnlich, so daß

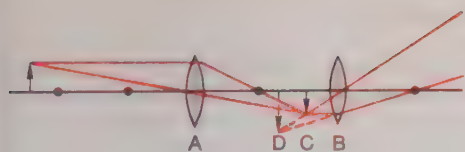
$$(2) \quad B : G = (b - f) : f$$

Da $(1) = (2)$ folgt:

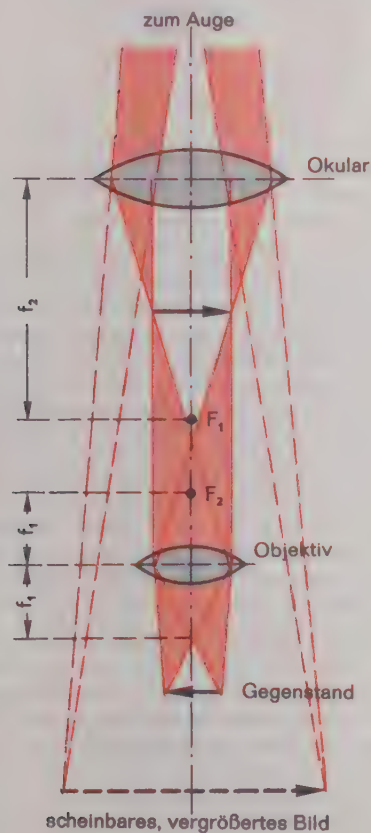
$$\frac{b}{g} = \frac{b - f}{f}$$

$$b \cdot f = bg - fg$$



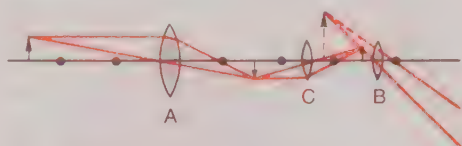


dieses Bild innerhalb der einfachen Brennweite des Okulars liegen, damit das Okular als Lupe wirkt. In diesem Falle betrachtet man ein scheinbares, aufrechtes, vergrößertes Bild, das Zwischenbild, also ein umgekehrtes Bild des Gegenstandes. In der Praxis bestehen Okular und Objektiv aus komplizierten Linsensystemen, um sphärische und chromatische Aberrationen zu korrigieren.

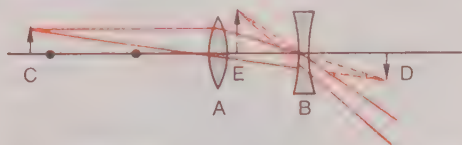


Fernrohre

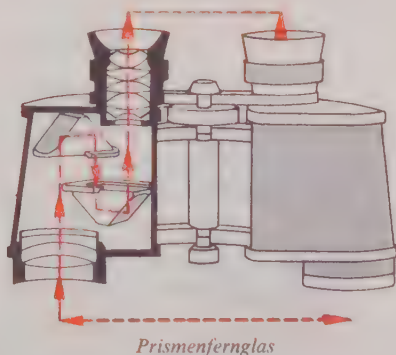
Das Keplersche Fernrohr: Das Keplersche Fernrohr besteht aus zwei Sammellinsen. Das Bild des Objektivs liegt nahezu in der Brennebene des Objektivs, das eine große Brennweite besitzt. Dort entsteht ein reelles Bild, das mit dem Okular als Lupe betrachtet wird. Es wird vor allem in der Astronomie verwendet. Im Keplerschen Fernrohr sehen wir die Gegenstände umgekehrt und seitenvertauscht (da zwei Sammellinsen verwendet werden). Für astronomische Zwecke ist das aber nicht weiter störend.



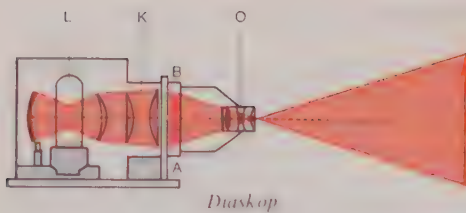
Das Erdfernrohr: Beim Erdfernrohr wird das Bild durch eine dritte Linse, die sich zwischen Objektiv und Okular befindet, umgekehrt, so daß man ein aufrechtes virtuelles Bild des Gegenstandes betrachtet.



Das Galileische Fernrohr: Im Galileischen Fernrohr kommt kein Zwischenbild zustande, da die Strahlen vor ihrer Vereinigung im Bildpunkt durch eine Zerstreuungslinse, die als Okular dient, divergiert werden.

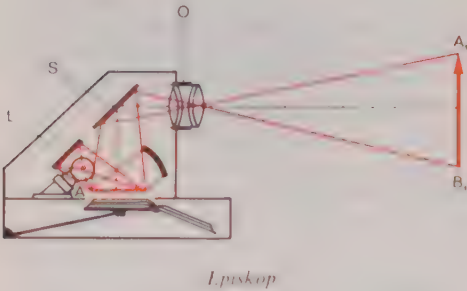


Das Prismenfernrohr: Beim Prismenfernrohr werden zur Umkehrung des Bildes zwei totalreflektierende Prismen benutzt.



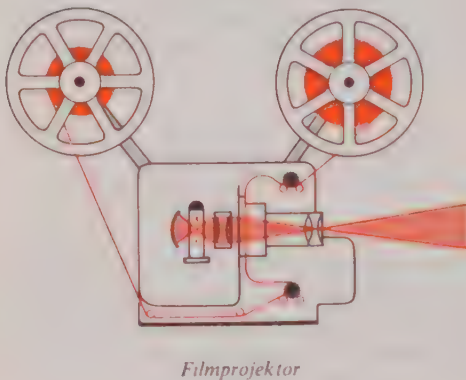
Das Diaskop

Um bei einem Diaskop eine große Helligkeit zu erzielen, ist hinter einer starken Lampe *L* zusätzlich ein Hohlspiegel befestigt. Durch einen Kondensor *K* werden die Lichtstrahlen gebündelt und auf das Glasbild (Diapositiv, Dia) geworfen (*A*, *B*). Ein aus mehreren Linsen bestehendes Objektiv *O* entwirft schließlich ein vergrößertes und umgekehrtes Bild. Deshalb müssen Dias stets umgekehrt eingeschoben werden.



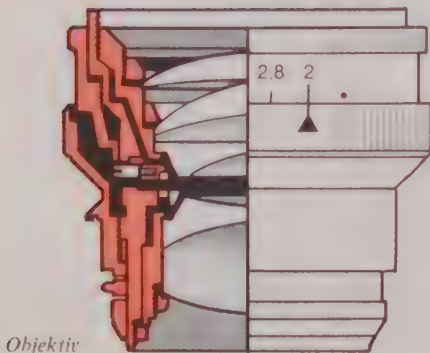
Das Episkop

Im Episkop werden Bilder oder Buchseiten sehr stark beleuchtet (*L*). Ein geneigter ebener Schirm *S* wirft sie durch ein Objektiv *O* auf einen Schirm.



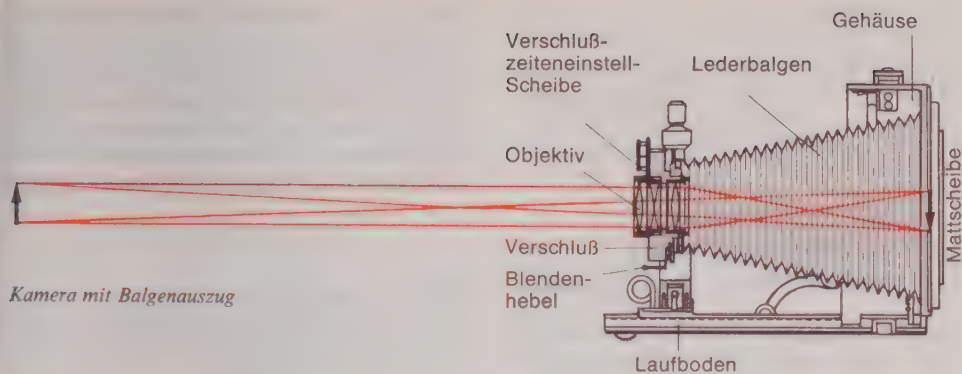
Das Filmgerät

Ein Filmgerät ist ähnlich wie ein Bildwerfer gebaut. Um jedoch Bewegung zu erzielen, werden etwa 24 Bilder in der Sekunde aufgenommen. Jedes dieser Bilder wird nur für den Bruchteil einer Sekunde freigegeben. Während das Bild wechselt, werden die Lichtstrahlen der Lampe mit Hilfe einer sich drehenden Blende unterbrochen. Durch den 24maligen Wechsel des Bildes in einer Sekunde verschmelzen die einzelnen Bilder zu einer Bewegung, da im Auge der momentane Bildeindruck noch etwas nachwirkt. Die Bewegungsgeschwindigkeiten können durch Zeitlupe und Zeitraffer verändert werden. Werden von einem Vorgang statt etwa 24 Bilder in der Sekunde 400 gemacht, wird die Bewegung dieses Vorganges viel langsamer, wenn man ihn mit 24 Bildern in der Sekunde wieder ablaufen läßt. In diesem Fall können Einzelheiten genau betrachtet und untersucht werden. Wird dagegen ein Vorgang, der sehr langsam verläuft, nur von Zeit zu Zeit photographiert (Öffnen einer Blüte), erscheint der Vorgang bei einem normalen Bildwechsel viel schneller als in Wirklichkeit.



Der Photoapparat

Der Photoapparat besteht im Prinzip aus einer Dunkelkammer, bei der auf der Rückseite eine Mattscheibe angebracht ist. Fällt nun Licht



durch ein Loch auf diese Mattscheibe, entsteht von einem Gegenstand ein umgekehrtes, verkleinertes Bild, da die Linse, die in dem Loch sitzt, von dem Gegenstand ein Bild auf die Mattscheibe wirft. Um ein scharfes Bild zu erhalten, kann man den Abstand der Linse durch Verschieben des Lederbalges, aus dem die „Dunkelkammer“ besteht, verändern. Wird die Mattscheibe durch eine lichtempfindliche Schicht (Kassette) ersetzt, entsteht bei Belichtung ein Bild.

Bei einer modernen Kamera wird die lichtempfindliche Platte durch einen Film ersetzt (Rollfilm). Die Schärfe wird durch Verschieben der Linsen des Objektivs eingestellt. Schädliche Randstrahlen werden durch eine Blende ferngehalten. Da die Lichtstärke bei starker Abbildung geringer wird, sind Blendeneinstellung und Belichtungszeit voneinander abhängig. Auf dem Objektiv befindet sich außerdem noch eine Vorrichtung zur Einstellung der Entfernung.

Die Blende ist ein wichtiger Teil einer Kamera. Mit ihr werden einmal nachteilige Randstrahlen abgehalten, zum andern und vor allem aber

Lichthelligkeit, Schärfentiefe und die Bildschärfe selbst reguliert. Die hier wiedergegebene Iris-Blende besteht aus einem Kranz sichelförmiger Lamellen, die so gegeneinander verschoben werden können, daß sich die Blendenöffnung den Lichtverhältnissen entsprechend vergrößern oder verkleinern läßt.

Photometrie

Die Lichtstärke

Die Einheit der Lichtstärke I ist 1 *Candela* [cd]. Mit dieser Stärke strahlt etwa eine Kerze. Eine 15-Watt-Lampe hat eine Lichtstärke von etwa 10 cd.

Die Beleuchtungsstärke

Die Einheit der Beleuchtungsstärke E ist 1 *Lux*. Es ist diejenige Beleuchtungsstärke, die eine Lichtquelle von 1 cd bei senkrecht auffallenden Strahlen in einem Meter Entfernung hervorruft.

Die Leuchtdichte

Die Einheit der Leuchtdichte L ist 1 *Stilb* [sb].
Es ist

$$1 \text{ sb} = \frac{1 \text{ cd}}{\text{cm}^2}$$

Die Lichtgeschwindigkeit

(Astronomische Methode von Olaf Römer)

Befindet sich die Erde zwischen der Sonne und dem Jupiter, dauert die Verfinsterung eines der Jupitermonde, die durch den Eintritt dieses Mondes in den Schlagschatten des Gestirns ent-



steht, 42,5 Stunden. Nach Verlauf eines halben Jahres tritt eine solche Verfinsterung 1000 Sekunden später ein als errechnet, da sich die Erde um einen Erdbahndurchmesser von etwa $3 \cdot 10^8 \text{ km}$ entfernt hat. Das bedeutet, daß die Zeit, die das Licht benötigt, um zur Erde zu gelangen, größer geworden sein muß. Nun gilt

$$s = v \cdot t$$

also

$$3 \cdot 10^8 \text{ km} = v \cdot 1000 \text{ s}$$

und

$$v = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ km}}{1000 \text{ s}} = 3 \cdot 10^5 \text{ km/s}$$

Dies ist aber die Lichtgeschwindigkeit von 300 000 km/s.

Wellenoptik

Wellennatur des Lichtes

In den vorangegangenen Kapiteln wurde vor-
ausgesetzt, daß sich das Licht geradlinig aus-
breitet. Über die eigentliche Natur des Lichtes
wurde dabei keine Aussage gemacht.

Wirft man einen Stein ins Wasser, breiten sich
kreisförmige Wellen aus. Dasselbe geschieht
beim Einschalten einer Lichtquelle. Auch hier
erfolgt eine Ausbreitung des Lichtes nach allen
Richtungen des Raumes, d. h., daß sich von der
Lichtquelle eine kugelförmige Wellenfront aus-
breitet.

Treffen nun zwei solche Wellenfronten auf-
einander, können sie sich, wenn sie dieselbe
Wellenlänge besitzen und in ihren Phasen über-
einstimmen oder mit unveränderter Phasen-
differenz schwingen, verstärken oder auslö-
schen. Man kann dies beobachten, wenn man
gleichzeitig zwei Gegenstände in einiger Ent-
fernung voneinander ins Wasser wirft. Diesen
Vorgang der Verstärkung oder Auslöschung
von Wellen nennt man Interferenz. Ob nun



eine Verstärkung oder Auslöschung zustande
kommt, hängt davon ab, ob die Entfernung
von der Erregerquelle ein geradzahliges oder
ein ungeradzahliges Vielfaches der halben
Wellenlänge beträgt. Ist die Entfernung 0λ ,
 $2 \lambda \dots$, so tritt Verstärkung auf, ist sie $\lambda/2$,
 $3/2 \lambda \dots$, löschen sich die Wellen aus.

Läßt man andererseits paralleles Licht auf
einen Spalt fallen, so wird es nach Passieren
des Spaltes gebeugt. Dabei tritt ebenfalls eine
Verstärkung oder eine Auslöschung des Lichtes
auf, je nachdem, ob der Unterschied der Rand-
strahlen gleich der Wellenlänge λ ist oder nicht.
Diesen Vorgang nennt man Beugung des Lichts.

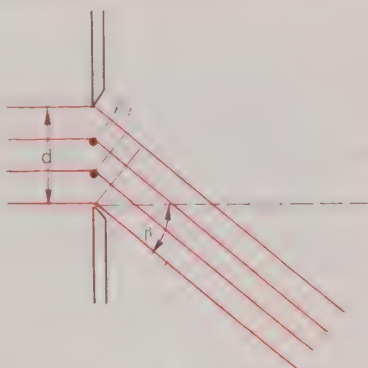
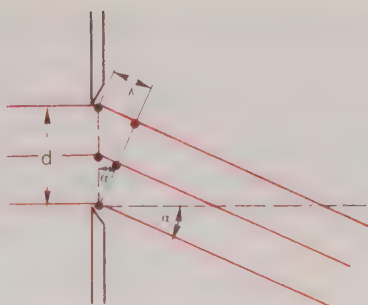
Auslöschung tritt nur dann ein, wenn der Gangunterschied eine oder ein Vielfaches der Wellenlänge beträgt. Hieraus ergibt sich gleichzeitig eine Bedingung für den Winkel, unter dem die gebeugten Strahlen gegen die einfallenden verlaufen müssen. Es gilt, wenn Auslöschung eintreten soll:

$$n \lambda = d \sin \alpha \quad (n = 1, 2, \dots)$$

Helligkeitsmaxima treten dagegen auf, wenn der Gangunterschied ein ungeradzahliges Vielfaches der halben Wellenlänge beträgt. Die Bedingung für den Beugungswinkel lautet:

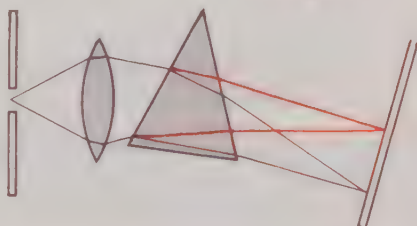
$$\left(z + \frac{1}{2}\right) \lambda = d \sin \beta \quad (z = 1, 2, 3, \dots)$$

Aus den bisher beschriebenen Tatsachen geht hervor, daß das Licht ein Wellenvorgang ist. In der Tat gehören die Lichtquellen zu den elektromagnetischen Wellen (vergl. aber „Die korpuskulare Natur des Lichtes“, S. 500).



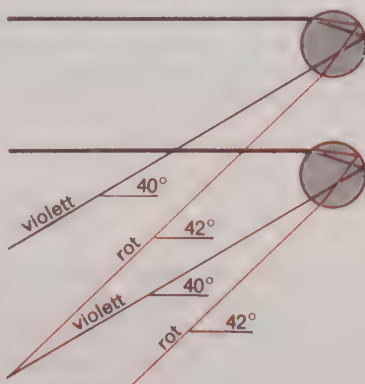
Dispersion des Lichtes

Fällt weißes Licht auf ein Prisma, so wird es in eine Reihe von Farben zerlegt. Diese werden Spektralfarben genannt. Sie erstrecken sich vom langwelligen Rot bis zum kurzwelligen Blau bzw. Violett. Diese verschiedenen starke Brechung verschiedener Farben, d. h. Wellen mit verschiedenen Wellenlängen und Frequenzen, nennt man Dispersion. Dabei ist zu bemerken, daß der langwellige Rotanteil am wenigsten abgelenkt wird, während der kurzwellige Violettanteil die größte Ablenkung erfährt. Diese Tatsachen beweisen außerdem, daß das weiße Licht aus verschiedenen Lichtsorten zusammengesetzt ist.



Der Regenbogen

Ein Regenbogen ist immer dann zu sehen, wenn sich der Beobachter zwischen ihm und der Sonne befindet. Das Sonnenlicht wird nämlich im Innern der Wassertropfen einer Regenwolke reflektiert und wie beim Prisma in seine Spektralfarben zerlegt. Das bedeutet, daß jeder Regentropfen ein Spektrum erzeugt.



Streuung des Lichtes in der Atmosphäre

Auf einem ähnlichen Vorgang beruht die Färbung des Himmels. Daß am Tage der Himmel vielfach blau erscheint, beruht auf der Streuung des Sonnenlichtes in der Atmosphäre. Da das kurzwellige blaue Licht stärker gestreut wird

als die übrigen Lichtanteile, erscheint der Himmel blau. Bei Sonnenaufgang ist der Weg der Sonnenstrahlen in der Atmosphäre besonders lang, da die Sonne tiefer steht. Durch die verstärkt auftretende Streuung wird vor allen Dingen blaues Licht abgelenkt und geht verloren. Daher erscheint der Himmel gelb oder rot gefärbt.

Die korpuskulare Natur des Lichtes

Die Modellvorstellung des Lichtes als eine elektromagnetische Wellenbewegung ist in der Lage, die Erscheinung der Beugung und Interferenz von Lichtstrahlen zu beschreiben. Sie versagt jedoch vollkommen, wenn man sie zur Erklärung der Tatsache heranzieht, daß es Lichtstrahlen möglich ist, aus der Oberfläche von Stoffen (insbesondere Metallen) Elektronen abzulösen (der sogen. photoelektrische Effekt). Zur Beschreibung dieses Sachverhaltes muß man auf ein grundsätzlich anderes Modell des Lichtes zurückgreifen. Dieses Modell sieht in der Strahlung fliegende kleinste Teilchen (sogen. Korpuskeln). Man spricht nun in dem Sinne vom Dualismus des Lichtes (Welle-Korpuskel), daß man für die Beschreibung sämtlicher Eigenschaften des Lichtes beide Modelle nebeneinander benutzen muß.

Der Energieinhalt dieser Korpuskeln ist nach der Planckschen Quantentheorie der Strahlung gegeben durch:

$$E = h \cdot \nu,$$

wobei E = Energie des Lichtstrahls

h = Plancksches Wirkungsquantum = $6,625 \cdot 10^{-27}$ erg · s

ν = Frequenz der Strahlung

Diese Beziehung $E = h \cdot \nu$ ist von so großer Wichtigkeit, weil sie einen Bezug schafft zwischen der Energie der Strahlungskorpuskeln und der Frequenz ν der entsprechenden elektromagnetischen Welle. Sie ist damit als Bindeglied zwischen den beiden Modellvorstellungen vom Licht anzusehen.

An dieser Stelle muß noch auf eine zweite Aussage der Gleichung $E = h \cdot \nu$ hingewiesen werden.

Wenn man die Energiewerte betrachtet, die ein solches Teilchen annehmen kann, so besagt obige Gleichung, daß nur ganz bestimmte Größen möglich sind. Das Korpuskel kann nur solche Werte annehmen, die das Vielfache des Planckschen Wirkungsquantums sind. Es sind also nur immer ganz bestimmte „Energie-Portionen“ erlaubt. In diesem Sinne spricht man in der Physik von Quantelung der Energie und bezeichnet diese kleinen Teilchen auch als „Lichtquanten“.

Der Laserstrahl

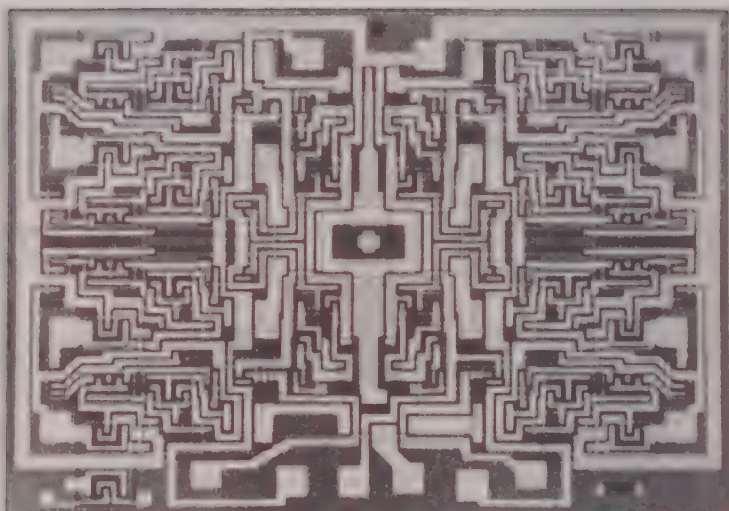
Eine „neue“ Art des Lichtes ist der Laserstrahl. Das Neue an diesem Lichtstrahl ist, daß alle Lichtwellen eines solchen Strahles die gleiche Wellenlänge besitzen. Sie sind daher fast völlig parallel, so daß sie sich über Kilometer hinweg in gerader Linie ausbreiten, ohne sich zu zerstreuen, während doch der Strahl einer Taschenlampe sich schon nach wenigen Metern zerstreut.

Das Licht des Lasers hat noch eine weitere Eigenschaft. Es hat extrem kurze Wellen. Sie werden in zehnmillionstel Zentimetern angegeben. (Die Wellenlängen des Rundfunks liegen zwischen einigen Hunderten von Metern und einigen Dezimetern.) Daher kann der Laserstrahl zur Nach-

richtenübermittlung verwendet werden, da hier nur sehr schmale Frequenzbänder benötigt werden. Außerdem könnte ein Laserstrahl für den Transport riesiger elektrischer Impulse Verwendung finden. Dazu müßte elektrischer Strom in Laserlicht umgewandelt werden und umgekehrt.

Fügt man einem Rubinstab Chromatome zu, können diese durch das Licht einer spiralförmigen Blitzlichtlampe angeregt werden, d.h. die Elektronen der Chromatome werden auf eine höhere Energiestufe gehoben. Bei ihrer Rückkehr aus einer metastabilen Zwischenstufe in den Normalzustand geben die Atome Licht einer einzigen Wellenlänge ab. Ein Teil dieses Lichtes wird nun zwischen den verspiegelten Enden des Rubinstabes hin- und hergeworfen und erzeugt hierbei eine stehende Welle. Wird dann an einem Ende des Rubinstabes eine Blende geöffnet, tritt als heftige Entladung paralleles Licht als Laserstrahl heraus.





Integrierte Halbleiterschaltung mit 132 Einzelementen auf einer Fläche von ca. 3,9 mm²

ELEKTRIZITÄT

Formelzeichen der Elektrizitätslehre

Formelzeichen	Benennung	Einheit	Bemerkungen
U	Spannung	Volt	
I	Strom	Ampere	
Ω	Widerstand	Ohm	
U	elektr. Spannung	V	
$\hat{u}, \hat{U}$	Scheitelwert einer Wechselspannung	V	
U	Augenblickswert einer Spannung	V	
E, U	elektromotorische Kraft (EMK)	V	
φ, V	elektrisches Potential	V	
I	Stromstärke	A, mA	1 A = 1000 mA (Milliampere)
$\hat{i}, \hat{I}$	Scheitelwert eines Wechselstromes	A, mA	
I	Augenblickswert des Stromes	A, mA	
R	elektr. Widerstand (Wirkwiderstand)	$\Omega, K\Omega, M\Omega$	1 Kiloohm, 1 k Ω = 1000 Ω 1 Megohm, 1 M Ω = 1000 k Ω = 1000000 Ω
Z	Scheinwiderstand	Ω	
Z	Wellenwiderstand	Ω	
X	Blindwiderstand	Ω	
q	spez. Widerstand	$\Omega mm^2/m$	
κ	elektr. Leitfähigkeit	$m/\Omega mm^2$	$\kappa = \frac{1}{q}$
G	elektr. Leitwert	S, mS	1 S = 1/ Ω S = Siemens
Y	Scheinleitwert	S, mS	
B	Blindleitwert	S	
E	elektr. Feldstärke	V/cm	
D	elektr. Verschiebung		
Q, q	elektr. Ladung	Coulomb (C)	1 Coulomb = 1 Amperesekunde
	Elektrizitätsmenge		1 C = 1 As
e_0	Elementarladung	C	$e \sim 1,602 \cdot 10^{-19}$ C
L	Induktivität, Selbstinduktivität	H	H = Henry
C	Kapazität	F	F = Farad
P	Wirkleistung (Leistung)	W	W = Watt
S	Scheinleistung	V A	

Formelzeichen	Benennung	Einheit	Bemerkungen
H	magn. Feldstärke	A/cm	
Φ	magn. Fluß, Induktionsfluß	Wb	$Wb = \text{Weber}$
B	magn. Induktion, Flußdichte	Wb/m^2	$1 Wb/m^2 = 10^4 G = 1 T$ ($T = \text{Tesla}$) ($G = \text{Gauß}$)
ϵ	Dielektrizitätskonstante		
ϵ_0	Einflusskonstante		$\epsilon_0 = 8,859 \cdot 10^{-12} As/v \cdot m$
μ	Permeabilität		
μ_0	Induktionskonstante		$\mu_0 = 1.256 \cdot 10^{-8} H/cm$
φ	Phasenwinkel		

Elektrische Schaltzeichen

Schaltzeichen	Bezeichnung, Bedeutung	Schaltzeichen	Bezeichnung, Bedeutung
	Gleichstrom		Wicklung allgemein
	Wechselstrom		Induktivität regelbar
	Dreieckschaltung		Kondensator
	Sternschaltung		Elektrolytkondensator
3 Mp $\sim$ 50 Hz	Dreiphasen-Wechselstrom (Drehstrom) bei 50 Hz		Drehkondensator
	Leitung		Masse
	geschirmte Leitung		Erde
	leitende Verbindung		Schalter
	Kreuzung von Leitungen		Sicherung
	Widerstand		} Transformator
	Widerstand regelbar		
	Widerstand einstellbar		} Transformator
	Induktivität		
			Diode

Schaltzeichen	Bezeichnung, Bedeutung
	Triode
	Halbleiterdiode
	Zener-Diode, H Begrenzerdiode
 	pnp-Transistor npn-Transistor
B E C	E- Emitter B- Basis C- Kollektor

Schaltzeichen	Bezeichnung, Bedeutung
	Spannungsabhängiger Widerstand (VDR)
	Temperaturabhängiger Widerstand (NTL)
	Lautsprecher
	Antenne
	Dipol
	Buchse mit Stecker

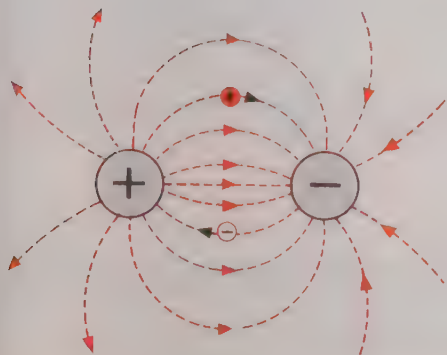
Elektrostatik

Die elektrische Ladung

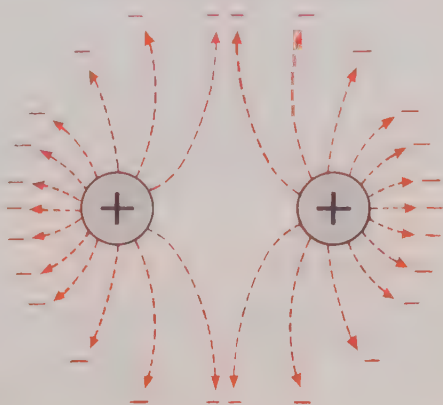
Der elektrische Strom kommt durch die Bewegung von Ladungen zustande. In einem Körper kann nur dann Strom fließen, wenn in ihm ein Ladungstransport stattfindet. Ladungsträger sind Materieteilchen, aus denen alle Stoffe gebaut sind. Man unterscheidet dabei zwischen positiv (Protonen) und negativ (Elektronen) geladenen Teilchen. Zwei gleichartig geladene Teilchen stoßen sich ab, während zwei ungleiche sich anziehen. Wie stark sie sich abstoßen bzw. anziehen, hängt von der Größe der Teilchen und ihrem Abstand voneinander ab. Die Kraft, mit der zwei gleichgroße Ladungen sich anziehen oder abstoßen, wird vom Coulombschen Gesetz beschrieben. Demnach ist die Kraft

$$K = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \quad \begin{array}{l} Q = \text{Ladung} \\ r = \text{Abstand der Ladungen voneinander} \end{array}$$

Kräfte im elektrischen Feld



Feld zweier gleichnamiger Ladungen



Aus dem Coulombschen Gesetz geht ferner hervor, daß die Wirkung dieser Kraft durch den Raum, der zwischen den Ladungen liegt, hindurch erfolgt. Diesen Raum nennt man elektrisches Feld. Es kann durch Kraftlinien dargestellt werden.

Das Coulombsche Gesetz in der obigen Form gilt nur für einen luftleeren Raum, also im Vakuum. Ist der Raum zwischen den Ladungen mit einem Medium (Luft oder irgendeinem Stoff) gefüllt, so sinkt die Kraft um den Faktor $\frac{1}{\Sigma}$, wobei Σ für jedes Medium eine charakteristische Konstante ist.

Elektrostatische Ladungseinheit

Ein Körper hat die elektrostatische Ladungseinheit 1, wenn er einen gleich stark geladenen Körper in der Entfernung von 1 cm mit der Kraft 1 dyn abstößt oder anzieht.

$$1 \text{ Coulomb} = 3 \cdot 10^9 \text{ elektrostatische Ladungseinheiten}$$

Die beiden Ladungsträger, Protonen und Elektronen, sind als Elementarteilchen am Aufbau der Atome beteiligt. Protonen und Elektronen unterscheiden sich durch ihre Massen. Die Elektronenmasse beträgt nämlich

$$m_0 = 9,1085 \cdot 10^{-28} \text{ g} = \frac{1}{1836}$$

der Protonenmasse. Die Elementarladung ist dem Betrage nach

$$e_0 = 4,803 \cdot 10^{-10} \text{ elektrost. CGS-Einheiten} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Coulomb}$$

Eine CGS-Einheit ist eine Maßeinheit im sogenannten

Zentimeter-Gramm-Sekunden-System,

das aus dem Maßsystem der Mechanik abgeleitet wird (Weg s in cm, Masse m in g und Zeit t in s).

Die Atome selbst bestehen aus einem Kern, in dem neben den Protonen noch Neutronen enthalten sind. Um diesen Kern bewegen sich die Elektronen. Ist die Zahl der Elektronen gleich der der Protonen, ist das Atom elektrisch neutral. Das Aufladen eines Körpers bedeutet demnach Vermehrung einer Teilchenart. Besitzt ein Körper einen Überschuß an Elektronen, so ist er negativ geladen, fehlen ihm Elektronen, so ist er positiv geladen (negative oder positive Ionen).

In den meisten Körpern sind die Elektronen mehr oder weniger fest an den Atomverband gebunden. In solchen Körpern sind Ladungen ohne Zufuhr von Energie nicht beweglich. Werden Ladungen von außen herangebracht, bleiben sie dort haften, wo sie zugeführt wurden. Solche Körper werden Isolatoren (Bernstein) genannt. In den Metallen sind dagegen stets ein oder mehrere Elektronen je Atom nicht mehr fest an die Atome gebunden, sondern zwischen ihnen freibeweglich. Sie lassen sich daher unter der Wirkung elektrischer Kräfte verschieben. Darum werden die Metalle Leiter genannt. Zu den Leitern zählt man gelöste oder geschmolzene Salze, Basen und Säuren. Bei diesen Stoffen, den Elektrolyten, beruht die Leitfähigkeit darauf, daß die Atome geladen sind und in der Lösung oder in der Schmelze als Ionen beweglich werden.

Die Stromstärke

Der Strom I ist gleich der Elektrizitätsmenge Q , die in der Zeit t durch den Querschnitt eines Leiters fließt. Es ist

$$I = \frac{Q}{t}$$

Wird Q in Coulomb und t in Sekunden gemessen, so erhält man die Stromstärke I in Ampere $[A]$.

$$1 \text{ Ampere } [A] = \frac{1 \text{ Coulomb}}{1 \text{ Sekunde}} = 1000 \text{ mA}$$

$$1 \text{ Ampere } [A] = 1000 \text{ Milliampere } [mA]$$

oder

$$1 \text{ Coulomb} = 1 \text{ Amperesekunde } [As]$$

Außerdem ist 1 Ampere diejenige Stromstärke, die in 1 Sekunde aus einer gesättigten Silbernitratlösung 1,118 mg Silber abscheidet.

Die Spannung

Zwischen entgegengesetzt geladenen Polen einer Stromquelle herrscht stets elektrische Spannung, unabhängig davon, ob der Stromkreis geschlossen ist oder nicht. Die Ursache für die elektrische Feldstärke und damit für den elektrischen Strom ist die Spannung U . Die Einheit der Spannung ist das Volt V . Weitere Spannungsgrößen sind das Kilovolt $[kV = 1000V]$ und das Millivolt

$$[mV = \frac{1}{1000} V].$$

Das elektrische Feld

Befindet sich in einem Raum eine größere Anzahl von Ladungen, so lassen sich die von ihnen ausgehenden Kraftwirkungen wie bei mechanischen Kräften zu einer resultierenden Kraft zusammensetzen. Auf eine einzelne Ladung wird dann die Kraft

$$K = Q \cdot E$$

ausgeübt. Da diese Gleichung mit dem Coulombschen Gesetz übereinstimmen muß, ist

$$E = \frac{Q}{r^2} \text{ (siehe S. 505)}$$

Wird die Feldstärke durch Kraftlinien dargestellt, verlaufen diese in Richtung von der positiven zur negativen Ladung. Sie verlaufen in einem Feld, in dem die Feldstärke überall gleich ist, parallel. Die Dichte der Feldlinien ist ein Maß für die Stärke des Feldes. Nimmt die Feldstärke ab, laufen sie auseinander. Laufen sie zusammen, nimmt die Feldstärke zu.

Im CGS-System mit $k = 1$ ist die Einheit der Feldstärke $E = \sqrt{\text{dyn}} \cdot \text{cm}^{-1}$. Im praktischen System ist die Einheit $\text{Volt} \cdot \text{m}^{-1}$.

Um eine Ladung Q von einem unendlich entfernten Punkt, in dem die Feldstärke Null ist, zu einem Punkt des Feldes mit dem Potential U zu bringen, muß die Arbeit

$$A = Q \cdot U$$

geleistet werden. Im CGS-System ist die Einheit des Potentials wegen

$$U = \frac{A}{Q}$$

$$U = \sqrt{\text{dyn}}$$

Im praktischen System ist sie 1 Volt. Es gilt ferner

$$1 V = \frac{1}{300} \text{ elektrostatische CGS-Einheiten.}$$

Die Kapazität

Die Ladung eines isoliert aufgestellten Leiters ist seiner Spannung proportional. Es ist

$$Q = C \cdot U$$

Im CGS-System hat die Kapazität C die Dimension einer Länge. Es ist nämlich

$$C = \frac{Q}{U} = \left[\frac{cm \sqrt{\frac{dyn}{cm}}}{\sqrt{\frac{dyn}{cm}}} \right] = [cm].$$

Wie bereits ausgeführt, ergibt sich die Einheit der Ladung als $cm \cdot \sqrt{dyn}$. Die Einheit der Spannung ist mit $\sqrt{dyn/cm}$ angegeben (Seite 507). Setzt man diese Angaben in die angegebene Gleichung ein, erhält man das obige Ergebnis.

Im praktischen Maßsystem ist die Einheit der Kapazität das *Farad* [F].

$$1 \text{ Farad} = 1 \frac{\text{Coulomb}}{\text{Volt}} = 1 \frac{\text{As}}{\text{Volt}}$$

Ein *Farad* ist gleich 10^{11} cm . Außerdem sind folgende Unterteilungen gebräuchlich

1 Millifarad	$1 \text{ mF} = 10^{-3} \text{ F}$
1 Mikrofarad	$1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$
1 Nanofarad	$1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F}$
1 Pikofarad	$1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$

Kondensatoren

Ein Kondensator ist eine Einrichtung, mit der elektrische Ladungen gespeichert werden können. Ein geladener Kondensator trägt auf der einen Platte eine positive und auf der anderen eine gleichgroße negative Ladung. Die Kapazität eines Kondensators ist im CGS-System

$$C = \frac{F}{4\pi \cdot d}$$

Hierin wird F in cm^2 und d in cm gemessen. Im praktischen Maßsystem ist die Kapazität durch

$$C = \epsilon_0 \frac{F}{d}$$

gegeben, wobei ϵ_0 die Influenzkonstante ist.

Sie hat den Wert $\epsilon_0 = 8,859 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$,

wenn F in m^2 und d in m angegeben sind.

Kondensatoren kann man parallel und hintereinander schalten. Bei Parallelschaltung (s. Abb. unten) ist die Gesamtkapazität

$$C_{\text{ges}} = C_1 + C_2 + \dots$$



bei Hintereinanderschaltung

$$\frac{1}{C_{\text{ges}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \text{ oder } C_{\text{ges}} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

Wird der Raum zwischen den Platten eines Kondensators mit einem Stoff (Dielektrikum) ausgefüllt, nimmt die Kapazität des Kondensators zu. Das Verhältnis der durch ein Dielektrikum vermehrten Kapazität eines Kondensators zu seiner Kapazität im Vakuum wird als Dielektrizitätskonstante bezeichnet. Es ist

$$\epsilon = \frac{C}{C_{\text{vac}}}$$

Dielektrizitätskonstanten einiger Stoffe:

Glas	5–10
Hartgummi	2,5–3,5
Quarzglas	3,7
Äthylalkohol	25,8 (20° C)
Wasser	81,1 (18° C)
Petroleum	2,1 (18° C)
Luft	1,000576 (0° C, 760 Torr)
Wasserstoff	1,000264 (0° C, 760 Torr)
Stickstoff	1,000606 (0° C, 760 Torr)

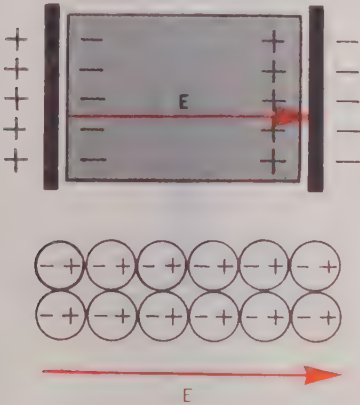
Obwohl die Kapazität des Kondensators durch das Dielektrikum erhöht wird, sinkt die Spannung und damit auch die Feldstärke, die zwischen den Kondensatorplatten wirksam ist. Das bedeutet, daß auf der Oberfläche des Dielektrikums dem Feld polar entgegengesetzte Ladungen vorhanden sein müssen.

Verschiebungspolarisation

Die elektrischen Ladungen der Atombauteile sind nicht fest miteinander verbunden. Ein elektrisches Feld kann sie so verschieben, daß die Schwerpunkte der positiven und negativen Ladungen nicht mehr zusammenfallen, so daß ein Dipol entsteht, dessen elektrisches Moment der Feldstärke proportional ist, also

$$p = \alpha \cdot E$$

Hierin ist α die Polarisierbarkeit. Sie ist für jedes Atom charakteristisch. Die Verschiebung der Ladungen bezeichnet man entsprechend als Polarisation. Durch diese Ladungsverschiebungen tritt auf der Oberfläche des Dielektrikums eine Oberflächenladung auf, die dem elektrischen Feld polar entgegengesetzt ist.



Die Größe dieser Aufladung ist der Verschiebbarkeit der Ladungen in den Atomen und deren Anzahl pro Volumeneinheit proportional.

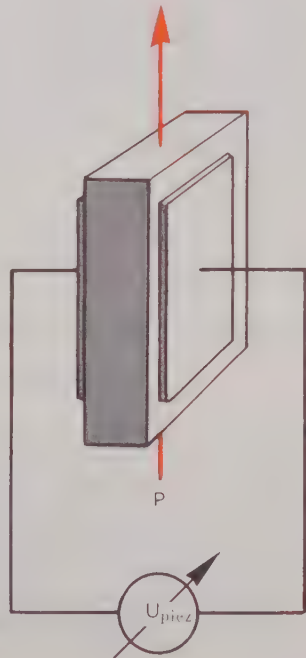
Orientierungspolarisation

Neben der Verschiebungspolarisation, die alle Materie aufweist, gibt es noch Substanzen, die aus geladenen Atomen, Ionen, bestehen und infolgedessen schon im feldfreien Raum ein elektrisches Moment besitzen. Diese Atomdipole sind jedoch wegen der Wärmebewegung

nicht ausgerichtet und zeigen daher kein resultierendes Moment, da jede Richtung gleich wahrscheinlich ist. Ein äußeres elektrisches Feld zwingt diese Dipole etwa in seine Richtung. Dies geschieht um so mehr, je stärker das Feld und je tiefer die Temperatur ist.

Polarisation ohne äußeres elektrisches Feld [Piezoelektrischer Effekt]

Wird ein aus Ionen aufgebauter Kristall, der eine polare Achse besitzt, deformiert, so wird er polarisiert. In seinem Innern können dabei Dipolmomente auftreten oder vorhandene sich ändern. Diese Eigenschaft ist besonders bei Turmalin und Quarz ausgeprägt. Werden solche Kristalle durch Zug oder Druck deformiert, kann das Auftreten elektrischer Spannungen beobachtet werden. Legt man umgekehrt eine Wechselspannung an, deren Frequenz mit der Grund- oder einer Oberschwingung einer anregbaren Quarzplatte übereinstimmt, so gerät diese in Resonanzschwingungen. Solche schwingenden Quarze werden zur Frequenzstabilisierung von Schwingkreisen verwendet (siehe untenstehende Abbildung).



Magnetostatik

Das Magnetfeld der Erde

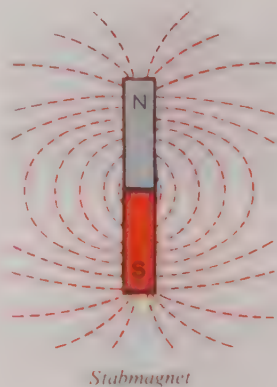
Ein frei drehbar aufgehängter Stabmagnet stellt sich in die Nord-Süd-Richtung ein. Er weicht dabei nicht nur vom geographischen Meridian ab, sondern neigt sich auch gegen die Horizontale. Die Abweichung vom Meridian wird **Deklination** und die Neigung gegen die Horizontale **Inklination** genannt.



Magnet und Magnetfeld

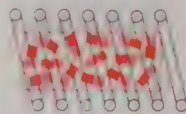
Die Enden eines Magneten werden **Pole** genannt. Dabei ist der nordmagnetische Pol der, der nach Norden zeigt, und der süd magnetische der, der nach Süden zeigt.

Ferner stoßen sich gleichnamige Pole ab, ungleichnamige ziehen sich an. Jeder Magnet ist mit einem Magnetfeld umgeben, das sich wie das elektrische Feld durch Kraftlinien darstellen läßt und den den Magneten umgebenden Raum, ohne an Materie gebunden zu sein, erfüllt. Die Kraftlinien selbst verlaufen im Innern des Magneten vom Südpol zum Nordpol, im Außenraum dagegen vom Nordpol zum Südpol. Das bedeutet, daß die magnetischen Kraftlinien geschlossene Kurven bilden. Sie durchdringen nahezu alle Stoffe. Mehrere Magnetfelder können zu einem resultierenden Feld zusammengesetzt werden.



Ferromagnetismus

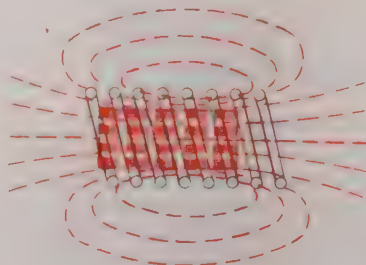
Der Ferromagnetismus ist an die kristalline Form gebunden.



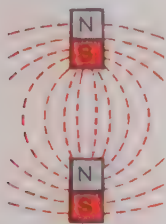
Magnetisierung

Wird ein Eisenstab in eine stromdurchflossene Spule gebracht, so wird er magnetisiert, indem seine Elementarmagnete durch das Spulenfeld ausgerichtet werden.

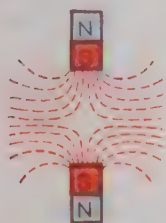
Dadurch erhöhen sich die magnetischen Wirkungen der stromdurchflossenen Spule. Diese Eigenschaft eines Stoffes, die Durchlässigkeit



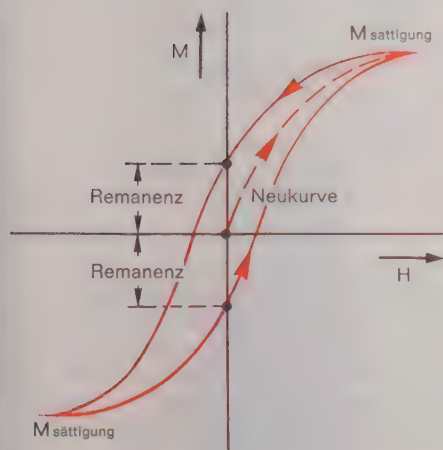
für magnetische Kraftlinien zu verstärken, nennt man seine **Permeabilität**. Die Permeabilität ändert sich mit der Stärke des Magnetfeldes und ist von der Temperatur abhängig.



Anziehung ungleichnamiger Magnetpole



Abstoßung gleichnamiger Magnetpole



Durch Steigerung des Magnetfeldes kann man die Permeabilität nicht unendlich verändern. Bei einer bestimmten Feldstärke wird Sättigung erreicht.

Die Magnetisierung wächst bei kleinen Feldstärken etwas stärker als der Feldstärke proportional an, nimmt dann später weniger steil zu und gelangt schließlich in ein Sättigungsgebiet (Neukurve). Wird die Feldstärke wieder verringert, nimmt die Magnetisierung nicht auf demselben Wege ab, so daß die Magnetisierung für $H = 0$ noch einen endlichen Wert hat. Dieser Wert wird Remanenz genannt. Soll die Magnetisierung den Wert Null erreichen, muß ein Magnetfeld von entgegengesetzter Richtung überlagert werden. Die Feldstärke dieses Feldes wird Koerzitivkraft genannt. Wird diese Feldstärke weiter erhöht, nimmt die Magnetisierung wieder bis zur Sättigung zu, wenn der negative Wert von H genügend groß ist. Wird die Feldstärke jetzt wieder verringert, nimmt auch die Magnetisierung ab und erreicht für $H = 0$ wieder dieselbe, nur entgegengesetzt gerichtete Remanenz. Ändert man jetzt wieder die Richtung des Feldes, so nimmt die Magnetisierung auch wieder zu. Diese Änderung der Magnetisierung wird durch die Hysteresisschleife beschrieben.

Die Schleife kann man folgendermaßen deuten: Bei der Magnetisierung eines Stoffes durch ein äußeres Magnetfeld muß innerer „Reibungswiderstand“ überwunden werden. Die Kurvenfläche gibt also Auskunft über den Energieverlust, der bei einem idealen Körper sehr klein bzw. gleich Null ist. Der Energieverlust ist eine Folge der völligen Umorientierung der magnetischen Kraftflußdichte von einer Richtung in die entgegengesetzte und zurück zur Ausgangsrichtung.

Entmagnetisierung

Die Entmagnetisierung kann mit einem sich stetig schwächenden magnetischen Wechselfeld vorgenommen werden. Dabei wird die Hysteresisschleife während jeder Periode des Wechselfeldes durchlaufen. Da die Amplitude des Wechselfeldes laufend kleiner wird, wird auch die Hysteresisschleife immer kleiner, bis endlich der unmagnetische Zustand erreicht wird.

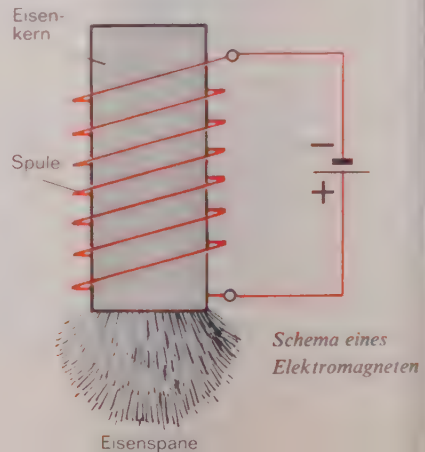
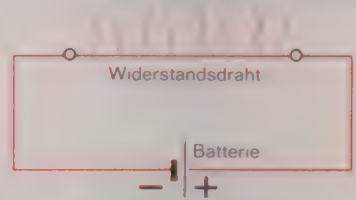
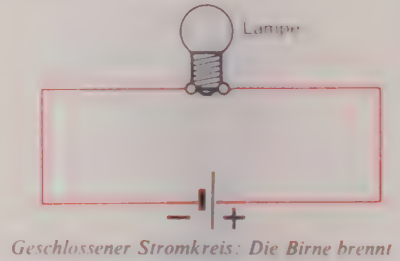
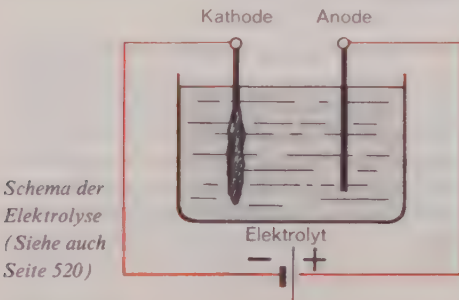
Stationäre Ströme (Gleichstrom)

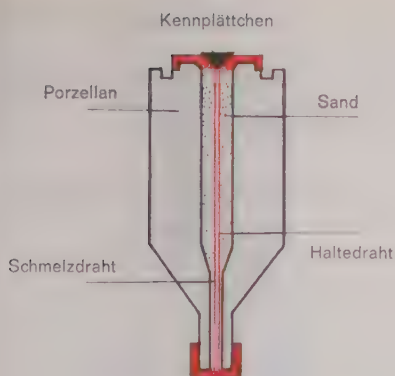
Der elektrische Strom

Der elektrische Strom wird durch die Bewegung von freien Elektronen im Innern eines Leiters hervorgerufen, die unter der Wirkung eines elektrischen Feldes erfolgt. Da an jedem Ort des Leiters die Stromstärke gleich groß ist, müssen sich die Elektronen mindestens im Mittel mit konstanter Geschwindigkeit bewegen. Bei einer Stromstärke von etwa sechs Ampere wandern die Elektronen mit der sehr geringen Geschwindigkeit von ungefähr $0,4 \text{ mm/s}$. Die sehr große Geschwindigkeit der Nachrichtenübermittlung beruht daher nicht auf der Elektronenbewegung im Leiter, sondern auf der Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektrischen Felder in dem und um den Leiter. Der elektrische Strom fließt jedoch nur in einem geschlossenen Stromkreis. Dieser besteht aus der Stromquelle (Batterie, Steckdose), dem Verbraucher und den Leitungen zwischen beiden. In der Praxis ist stets ein Schalter vorhanden, mit dem der Stromkreis geöffnet oder geschlossen werden kann. Der elektrische Strom macht sich durch verschiedene Wirkungen bemerkbar:

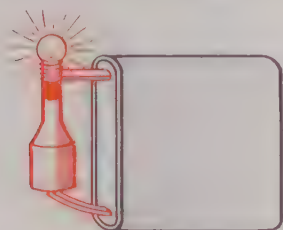
- Wärmewirkung
- Lichtwirkung
- Magnetwirkung
- chemische Wirkung

Bei der Festlegung der Richtung des elektrischen Stromes geht man von der Bewegungsrichtung positiver Ionen innerhalb elektrolytischer Flüssigkeiten aus. Das bedeutet, daß die Stromrichtung der Richtung der Elektronenbewegung entgegengesetzt gerichtet ist. Während sich die Elektronen vom Minuspol zum Pluspol bewegen, fließt der Strom vom Pluspol zum Minuspol.

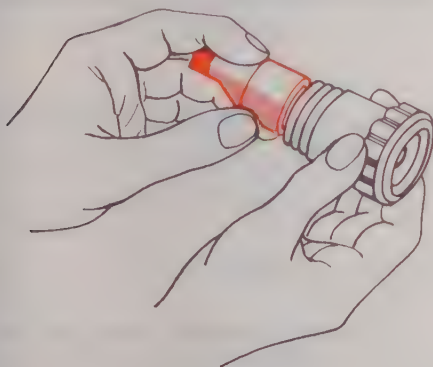




So kann man eine Sicherungspatrone prüfen

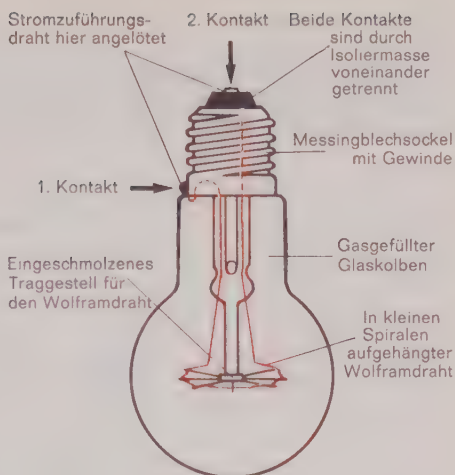


So setzt man eine neue Sicherungspatrone ein



Die Sicherung

Um die elektrischen Leitungen nicht zu überlasten, werden sie im Haus und in der Wohnung mit Sicherungen versehen. Diese sind so gebaut, daß ein Schmelzdraht im Innern der Sicherung durchglüht, wenn die auf der Sicherung angegebene Stromstärke überschritten wird.



Die Glühlampe

In einem fast luftleeren Glaskolben befindet sich, an einem Tragegestell aufgehängt, ein gewendelter oder sogar doppelt gewendelter Wolframdraht. Beim Gebrauch einer solchen Lampe glüht dieser Wolframdraht bei einer Temperatur von über 2000°C . Bei dieser Temperatur verdampft ein Teil des Drahtes. Um das Verdampfen zu vermindern, werden die Glaskolben mit Edelgasen gefüllt (Argon, Krypton).

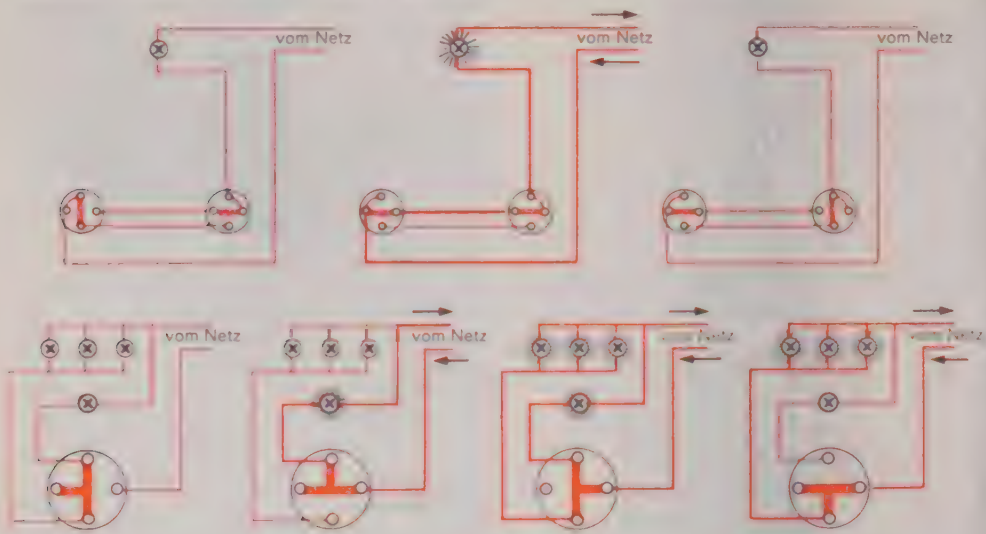
Die Leuchtstoffröhre

Für die Innenbeleuchtung werden wegen ihres hellen Lichtes auch oft Leuchtstoffröhren benutzt. Diese Röhren senden sehr viel ultraviolette Licht aus. Um dieses für das Auge unsichtbare Licht auszunutzen, sind die Innenwände der Leuchtstoffröhre mit Leuchtstoffen überzogen, bei denen es sich um Kalzium-, Magnesium-, Zink- und Kadmiumverbindungen handelt. Sie senden weißes Licht aus, wenn sie von ultravioletten Strahlen getroffen werden. Durch Zusammenstellen verschiedener Leuchtstoffe kann das Licht solcher Lampen dem Tageslicht fast angeglichen werden.

Schaltung von Lampen

Das Ein- und Ausschalten von Lampen erfolgt durch einfache Dreh-, Kipp-, Zug- oder Druckschalter. Sollen nicht alle Lampen zur gleichen

Zeit leuchten, werden Gruppen- oder Serienschalter benutzt. Bei Lampen, die außerdem von verschiedenen Stellen geschaltet werden sollen, verwendet man Wechselschalter



Der Widerstand

Der Widerstand R eines Leiters ist seiner Länge l direkt und seinem Querschnitt q umgekehrt proportional. Es gilt

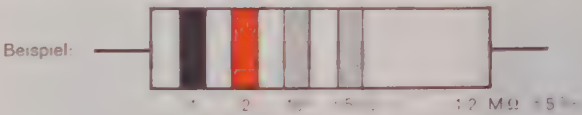
$$R = \varrho \cdot \frac{l}{q} \quad \text{oder} \quad R = \frac{l}{\kappa \cdot q}$$

Darin ist ϱ der spezifische Widerstand und $\kappa = \frac{1}{\varrho}$ das elektrische Leitvermögen. Hat man einen Drahtwiderstand aus Mangandraht von einer Länge $l = 1.806 \text{ m}$ und einem Querschnitt q von $0,00785 \text{ mm}^2$, ergibt sich bei einer Leitfähigkeit $\kappa = \frac{1}{\varrho} = 2,3 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$ ein Widerstand von 100Ω .

Es ist nämlich

$$R = \frac{l}{\kappa \cdot q} = \frac{1.806 \text{ m}}{2,3 \text{ m} / \Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot 0,00785 \text{ mm}^2} = 100 \Omega$$

Die Einheit des Widerstandes ist das *Ohm* [Ω]. Ein Leiter hat den Widerstand 1 Ohm , wenn bei einer Spannung von 1 Volt ein Strom von 1 Ampere fließt. Außerdem ist 1 Ohm der Widerstand einer Quecksilbersäule von 1063 mm Länge und 1 mm^2 Querschnitt bei 0°C .



- 1 OHM [Ω] 1 Ω
- 1 Kiloohm [$\text{K}\Omega$] 1 $\text{K}\Omega = 1\,000 \Omega$
- 1 Megohm [$\text{M}\Omega$] 1 $\text{M}\Omega = 1\,000\,000 \Omega = 1\,000 \text{ K}\Omega$

Widerstände der IEC-Reihe E 12

E 12	1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9	4.7	5.6	6.8	8.2
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Farbschlüssel für Widerstände

Kennfarbe	1. Ziffer	2. Ziffer	Multiplikator	Toleranz des Widerstandswertes in „
keine	—	—	—	$\pm 20\%$
silber	—	—	10^{-2}	$\pm 10\%$
gold	—	—	10^{-1}	$\pm 5\%$
schwarz	—	0	10^0	—
braun	1	1	10^1	$\pm 1\%$
rot	2	2	10^2	$\pm 2\%$
orange	3	3	10^3	
gelb	4	4	10^4	
grün	5	5	10^5	$\pm 0,5\%$
blau	6	6	10^6	
violett	7	7	10^7	
grau	8	8	10^8	
weiß	9	9	10^9	

Temperaturabhängigkeit des Widerstandes

Der spezifische Widerstand von Metallen nimmt mit wachsender Temperatur zu. Bei vielen Metallen ist der Temperaturkoeffizient $1/273 \text{ Grad}^{-1}$, d. h. er stimmt mit dem Ausdehnungskoeffizienten von Gasen überein. Daher kann man Temperaturänderungen durch Messen des Widerstandes dünner Drähte (Platin) bestimmen (Widerstandsthermometer).

Leitfähigkeit und spezifischer Widerstand einiger Wirkstoffe

Werkstoff	Leitfähigkeit [κ] $m \cdot \Omega \cdot mm^2$	spezifischer Widerstand [ρ] $\Omega \cdot mm^2 \cdot m$
Silber	60	0,0167
Kupfer	56	0,0178
Aluminium	36	0,0278
Zink	16	0,0625
Eisen	7,7	0,13
Nickelin	2,5	0,4
Manganin	2,3	0,43
Konstantan	2	0,5
Chromnickel	1	1

Die hier angegebenen Werte sind gerundet und gelten bei 20°C .

Bei einer größeren Anzahl von Metallen sinkt der Widerstand unterhalb 10°K sprunghaft auf unmeßbar kleine Werte. Hier werden die Metalle supraleitend.

Das Ohmsche Gesetz

Bei konstantem Widerstand ist der Strom der Spannung direkt proportional.

Andererseits ist bei gleichbleibender Spannung der Strom dem Widerstand umgekehrt proportional. Es ist demnach

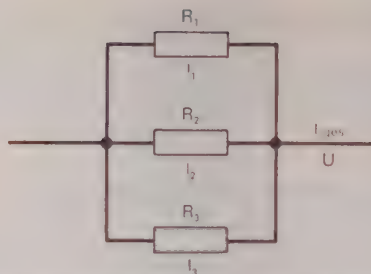
$$I = \frac{U}{R}$$

Fließt z. B. durch einen Lötkolben ein Strom von 270 mA (1 Milliampere = $\frac{1}{1000}$ Ampere), dann errechnet sich

bei einer Netzspannung von 220 V ein Heizwiderstand von etwa 815 Ω . Es ist

nämlich $I = \frac{U}{R}$ oder

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220 \text{ V}}{0.27 \text{ A}} \approx 815 \Omega$$



Hintereinanderschaltung von Widerständen

Bei der Hintereinanderschaltung von Widerständen ist der Gesamtwiderstand gleich der Summe der Teilwiderstände.

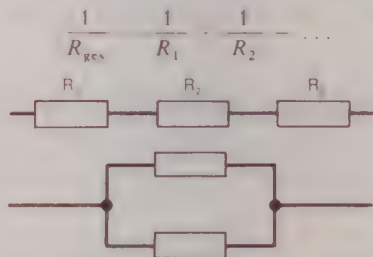
$$R_{\text{ges}} = R_1 + R_2 + \dots$$

Benötigt man z. B. einen Widerstand von genau 800 Ω , muß man ihn, da Widerstände dieser Größe nicht serienmäßig hergestellt werden, aus anderen zusammensetzen. Da es Widerstände von 330 Ω und 470 Ω gibt, erhält man den gesuchten Widerstand durch Hintereinanderschalten dieser Widerstände. Es ist nämlich

$$R_{\text{ges}} = R_1 + R_2 = 330 \Omega + 470 \Omega = 800 \Omega$$

Parallelschaltung von Widerständen

Bei der Parallelschaltung von Widerständen addieren sich die Leitwerte der Widerstände



Schaltet man beide Widerstände parallel, ergibt sich

$$\frac{1}{R_{\text{ges}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

oder

$$\frac{1}{R_{\text{ges}}} = \frac{R_2 + R_1}{R_1 \cdot R_2}$$

und somit

$$\begin{aligned} R_{\text{ges}} &= \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{330 \cdot 470}{330 + 470} = \\ &= \frac{155100}{800} \approx 194 \Omega \end{aligned}$$

Die Kirchhoffschen Gesetze

1. Kirchhoffsches Gesetz:

In einer Stromverzweigung ist der Strom im unverzweigten Teil gleich der Summe der Teilströme in den Verzweigungen. Es ist

$$I_{\text{ges}} = I_1 + I_2 + \dots$$

2. Kirchhoffsches Gesetz

Die Ströme in den einzelnen Stromverzweigungen verhalten sich umgekehrt zueinander wie die Widerstände

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

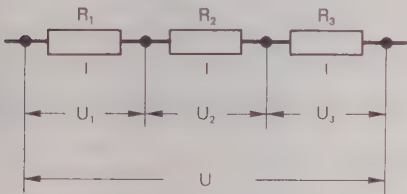
Das bedeutet, daß der so gefundene Gesamtwiderstand R_{ges} kleiner ist als der kleinste Einzelwiderstand.

Werden nämlich in einem Stromkreis Widerstände hintereinandergeschaltet, so ist die Gesamtspannung gleich der Summe der Teilspannungen. Daraus ergibt sich mit Hilfe des Ohmschen Gesetzes

$$I \cdot R_{ges} = I R_1 + I R_2 + \dots$$

Da außerdem der Strom überall derselbe sein muß, erhält man

$$R_{ges} = R_1 + R_2 + \dots$$

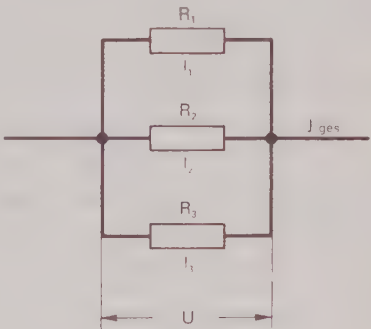


Werden in einem Stromkreis Widerstände parallel geschaltet, addieren sich die Teilströme, während der Spannungsabfall über allen Widerständen derselbe sein muß. Daraus folgt:

$$I_{ges} = \frac{U}{R_{ges}} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \dots$$

oder

$$\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$



Energie und Leistung des Stromes

Die Arbeit des elektrischen Stromes wird durch die Beziehung

$$A = U \cdot I \cdot t$$

beschrieben. Im praktischen Maßsystem wird sie in Wattsekunden gemessen. Da $I \cdot t = Q$ gilt, erhält man

$$A = U \cdot Q = \text{Volt} \cdot \text{Coulomb}$$

Nun ist aber 1 *Coulomb* = $3 \cdot 10^{10}$ elektrost. CGS-Einheiten und 1 Volt = $\frac{1}{300}$ elektrost. CGS-Einheiten. Damit errechnet sich

$$\begin{aligned} 1 \text{ Wattsekunde} &= 1 \text{ Ws} = 1 \text{ Coulomb} \cdot 1 \text{ Volt} \\ &= 3 \cdot 10^9 \cdot \frac{1}{300} \text{ CGS-Einheiten} \end{aligned}$$

oder

$$1 \text{ Ws} = 10^7 \text{ erg} = 1 \text{ Joule} = 1 \text{ Gro\ss dynmeter}$$

Die Arbeit $1000 \cdot 60 \cdot 60 \text{ Ws} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Ws}$ bezeichnet man mit 1 kWh (Kilowattstunde). Es ist ferner

$$1 \text{ kWh} = 3,610^{13} \text{ erg} = 860,41 \text{ kcal} = 3,67 \cdot 10^5 \text{ kpm}$$

Ist ein Bügeleisen, das 450 Watt (W) aufnimmt, 4 Stunden in Betrieb, hat es eine Arbeit von

$$A = 450 \text{ W} \cdot 4 \text{ h} = 1800 \text{ Wh} = 1,8 \text{ kWh}$$

geleistet.

Das Joulesche Gesetz

Die in einem stromdurchflossenen Leiter entstehende Wärmemenge ist

$$W = 0,239 \cdot U \cdot I \cdot t \text{ [cal]}$$

Ersetzt man U durch $I \cdot R$, findet man, daß die Wärme dem Quadrat des Stromes proportional ist. Es gilt nämlich

$$W = 0,239 \cdot I^2 \cdot R \cdot t \text{ [cal]}$$

Das bedeutet, daß 1 Ws 0,239 cal erzeugt. Daraus ergibt sich nun

$$1 \text{ kW} s = 0,239 \cdot 1000 = 239 \text{ cal}$$

$$1 \text{ kWh} = 0,239 \cdot 1000 \cdot 3600 = 860,4 \text{ kcal}$$

Ist das Bügeleisen mit der Leistung von 450 $W = 0,45 \text{ kW}$ 20 Minuten eingeschaltet, erzeugt es eine Wärmemenge

$$W = 0,45 \text{ kW} \cdot \frac{1}{3} \text{ h} \cdot 860,4 \text{ kcal} \approx 129 \text{ kcal}$$

Wird die Arbeit durch die Zeit dividiert, so erhält man die Leistung des Stromes. Es ist

$$\text{Leistung} = \frac{\text{Arbeit}}{\text{Zeit}}$$

oder

$$N = U \cdot I$$

Wird der Strom in *Ampere* und die Spannung in *Volt* gemessen, erhält man die Leistung in *Watt* [W]. Dabei sind

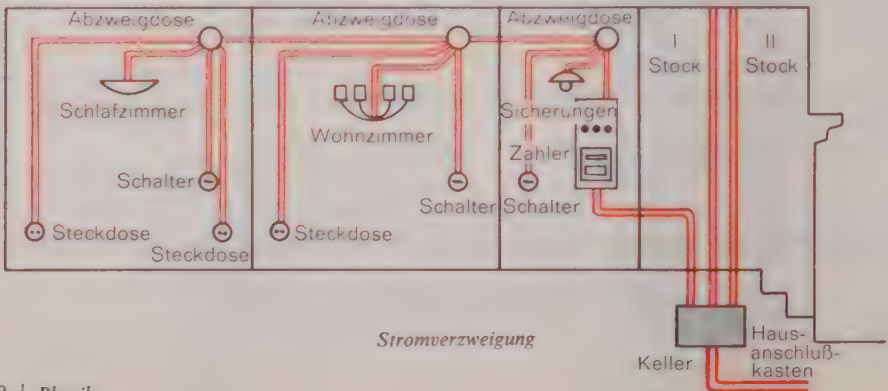
$$1000 \text{ W} = 1 \text{ kW} \text{ und ferner}$$

$$1 \text{ kW} = 1,36 \text{ PS}$$

Anwendung der Kirchhoffschen Gesetze

Während in kleinen Orten der elektrische Strom durch Freileitungen den Häusern zugeführt wird, leitet man in den Städten den Strom durch unterirdische Kabel in die Häuser. Von einem Hausanschlußkasten führen Steigleitungen durch das Treppenhaus in die ein-

zelnen Etagen. Von dort verzweigt sich der Strom in die Wohnungen. Vom Zähler verzweigen sich die Leitungen nochmals in die einzelnen Räume der Wohnungen. Weitere Abzweigungen gehen schließlich von den Abzweigdosen in den Räumen ab.

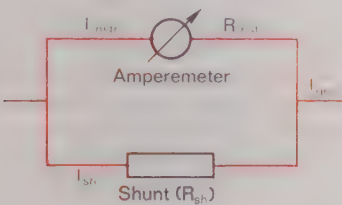


Erweiterung des Meßbereiches eines Amperemeters

Das Amperemeter ist ein Strommeßgerät. Um den Strom messen zu können, muß das Amperemeter mit dem eigentlichen Verbraucher hintereinander geschaltet sein. Außerdem muß der Widerstand des Meßgerätes gegenüber dem Widerstand des übrigen Stromkreises möglichst klein sein, damit die Stromstärke durch das Instrument nur wenig beeinflusst wird. Der Meßbereich eines solchen Instruments kann durch Parallelschalten eines Parallelwiderstandes, der meist „Shunt“ genannt wird, erweitert werden. Hat ein Meßinstrument einen Meßbereich von 1 Ampere (1 A) und einen Innenwiderstand $R_{Instr.}$, ergibt sich, wenn der Meßbereich auf 10 A erweitert werden soll, da die Spannung über der Verzweigung konstant ist,

$$U = I_{Instr.} \cdot R_{Instr.} = I_{sh} \cdot R_{sh}$$

Hierin ist I_{sh} der Strom durch den Shunt und R_{sh} der Widerstandswert des Shunts.



Erweiterung des Meßbereiches eines Amperemeters

Aus der obigen Beziehung ergibt sich ferner

$$R_{sh} = \frac{I_{Instr.} \cdot R_{Instr.}}{I_{sh}}$$

Bei einem ursprünglichen Meßbereich von 1 A und einem gewünschten Bereich von 10 A errechnet sich somit

$$R_{sh} = \frac{1 A \cdot R_{Instr.}}{10 A - 1 A} = \frac{1}{9} R_{Instr.}$$

Will man den Bereich eines Amperemeters um das Zehnfache erweitern, muß der Parallelwiderstand (Shunt) 1/9 des Widerstands des In-

struments betragen. Die 100- bzw. 1000fachen Meßbereiche erhält man mit Shunts, deren Widerstände 1/99 bzw. 1/999 des Instrumentenwiderstandes sind.

Erweiterung des Meßbereiches eines Voltmeters

Ein Voltmeter ist ein Instrument, mit dem eine Spannung gemessen werden kann. Ein Voltmeter wird stets parallel zum Verbraucher geschaltet. Es soll einen möglichst großen Innenwiderstand besitzen, damit nur ein sehr geringer Strom durch das Instrument fließen kann. Um den Meßbereich zu erweitern, genügt es, einen entsprechenden Widerstand vor das Instrument zu schalten. Es ist jedoch darauf zu achten, daß der beim Gesamtausschlag zulässige Strom durch das Instrument nicht überschritten wird. Hat ein Instrument einen Innenwiderstand von 1000 Ω und beträgt der Meßbereich 100 V, ist der zulässige Strom bei Vollauschlag des Instruments

$$I = \frac{U}{R} = \frac{100 V}{1000 \Omega} = 0,1 A$$

Soll nun der Bereich auf 1000 V erweitert werden, ergibt sich aus

$$I = \frac{U}{R} = \frac{1000 V}{10000 \Omega} = 0,1 A$$

Das bedeutet, daß der Widerstand um das 10fache erhöht werden muß. Zu dem ursprünglichen Widerstand des Instruments von 1000 Ω müssen demnach noch 9000 Ω zugeschaltet werden.



Erweiterung des Meßbereiches eines Voltmeters



Durchgang elektrischer Ströme durch nichtmetallische Flüssigkeiten

Die Elektrolyse

Während chemisch reines Wasser den elektrischen Strom nicht leitet, gibt es Stoffe, deren Lösungen oder Schmelzen den Strom leiten. Sie werden Elektrolyte genannt. Es sind dies Lösungen von Säuren, Basen und Salzen. Während Salzlösungen vollständig in Ionen dissoziiert sind, hängt der Anteil der dissoziierten Säure oder Base jeweils von der Art der Säure oder Base (schwache, starke Säure oder Base) und der Konzentration ihrer Lösung ab. Bei Salzen sind Metallionen positiv geladen, Säurerestionen negativ. Da alle Ionen freibeweglich sind, wandern sie infolge des zwischen Kathode und Anode herrschenden elektrischen Feldes zu den Elektroden. Die positiven Metallionen wandern zur Kathode. Sie werden daher auch Kationen genannt. Die negativ geladenen Ionen wandern zur Anode und werden Anionen genannt. An den Elektroden entladen sich die Ionen, indem die Kationen Elektronen aufnehmen und die Anionen Elektronen abgeben. Dadurch ändern sie ihre chemischen Eigenschaften vollständig. Metalle scheiden sich an der Kathode ab, wenn sie nicht mit dem Kathodenmaterial oder dem Lösungsmittel reagieren. Wasserstoffionen werden zu Atomen, verbinden sich zu Molekülen und entweichen als Gas an der Kathode.

Faradaysche Gesetze

1. Die abgeschiedenen Stoffmengen sind der Stromstärke J und der Zeit t proportional. Es gilt, wenn A das elektrochemische Äquivalent ist,

$$M = A \cdot J \cdot t.$$

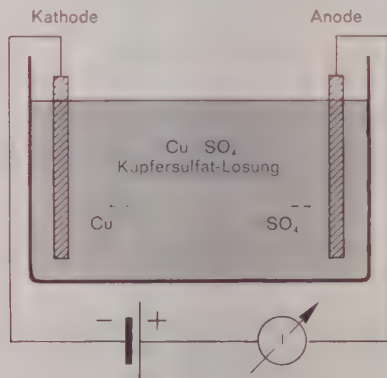
2. Die durch gleiche Elektrizitätsmengen abgeschiedenen Mengen verschiedener Stoffe verhalten sich wie die Äquivalentgewichte dieser Stoffe.

Zur Abscheidung eines Grammäquivalents (Äquivalentgewicht in g) eines Stoffes wird die Elektrizitätsmenge von 96520 *Coulomb* benötigt. Diese Zahl, die von der chemischen Natur des Stoffes unabhängig ist, wird Faraday'sche Zahl genannt.

Galvanische Elemente

Werden zwei verschiedene Metalle in eine elektrolytische Lösung gebracht, entsteht ein galvanisches Element. Zwischen den beiden Metallen fließt ein Strom, dessen Richtung von den Potentialdifferenzen (Spannungsdifferenzen) der Metalle gegen die Lösung abhängt.

Man kann die Metalle nun so in einer Spannungsreihe anordnen, daß alle nachfolgenden bei einer Kombination mit einem davorstehenden in einem galvanischen Element den positiven Pol bilden. In dieser Spannungsreihe wird das Potential des Wasserstoffs gleich null gesetzt.



Thermoelektrische Erscheinungen

Der Seebeck-Effekt (thermoelektrische Spannung)

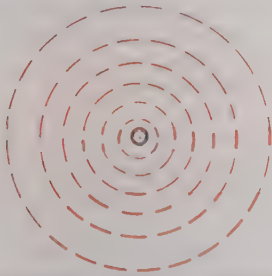
Lötet man zwei Metalle zusammen, so entsteht an dieser Stelle eine Berührungsspannung. Da sie auf der thermischen Bewegung der Elektronen beruht, ist diese von der Temperatur der Berührungsstelle abhängig. Biegt man nun die beiden Metalle zu einem Ring und hält die Kontaktstellen der Metalle auf verschiedenen Temperaturen, so entsteht im Kreise eine Spannung, die man als **Thermospannung** bezeichnet. Sie ist darauf zurückzuführen, daß die Berührungsspannung an der einen Verbindungsstelle die an der anderen übertrifft. Zur Messung der Thermospannung schaltet man einen Spannungsmesser in den Leiterkreis.

Das Thermoelement

Lötet man zwei Drähte aus verschiedenem Material zu einem Thermoelement zusammen und schaltet in einen Draht ein Meßinstrument, so kann man bei unterschiedlichen Temperaturen an den Lötstellen eine Thermospannung ablesen. Diese ist nur von den Temperaturen der Lötstellen und von der Art der beiden Metalle abhängig. Solche Thermoelemente werden hauptsächlich als Thermometer verwendet. Sie besitzen eine sehr große Empfindlichkeit, kleine Wärmekapazität und daher auch eine sehr geringe Trägheit. Bei Temperaturen zwischen 300 und 1 600 °C werden Platinrhodiumelemente verwendet.

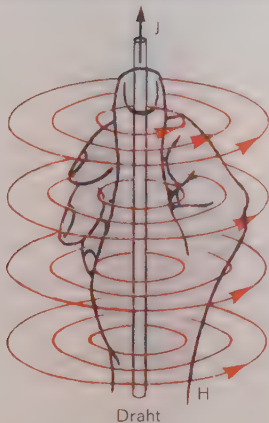
Statische und langsam veränderliche Magnetfelder

Das Magnetfeld elektrischer Gleichströme



Das Magnetfeld in der Umgebung eines Leiters

Jeder stromdurchflossene Leiter ist von einem Magnetfeld umgeben. Dieses Magnetfeld wird durch geschlossene Kraftlinien dargestellt. Es sind konzentrische Kreise, die senkrecht zum Leiter liegen. Legt man den Daumen der rechten Hand in die Richtung des Stromes an den Draht, zeigen die gekrümmten Finger in die Richtung der Kraftlinien. Die Richtung der Feldlinien ist von der Stromrichtung abhängig. Das Magnetfeld H selbst ist um so stärker, je stärker der Strom J ist.



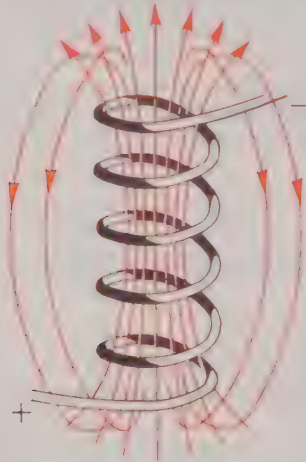
Das Magnetfeld paralleler Leiter

Werden parallele Leiter gleichsinnig vom Strom durchflossen, ziehen sie sich an. Werden sie gegensinnig vom Strom durchflossen, stoßen sie sich ab. Bei gleichsinnigem Stromfluß werden sie darum angezogen, weil zwischen den Drähten die Richtung der magnetischen Kraftlinien die gleiche ist, das Magnetfeld sich prak-

tisch verstärkt. Bei gegenseinigem Durchfluß verlaufen die Kraftlinien jedoch gegeneinander.

Das Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule

Die Magnetfelder der einzelnen stromdurchflossenen Drähte heben sich zwischen den Spulenwindungen auf und bilden im Innern der Spule ein Magnetfeld, das dem eines Stabmagneten entspricht. Dreht man eine rechtsgängige Schraube in Richtung des Stromes, der durch die Windungen der Spule fließt, so bewegt sie sich auf den Nordpol der Spule zu.



Für eine lange Spule ergibt sich die magnetische Feldstärke H nach dem Durchflutungsgesetz

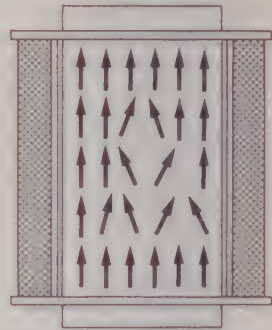
$$\text{Feldstärke } H = \frac{\text{Stromstärke } I \cdot \text{Windungszahl } N}{\text{Spulenlänge } l}$$

Hierin ist das Produkt aus Strom und Windungszahl die Durchflutung. Wird I in Ampere und l in Metern gemessen, ergibt sich die Einheit der Feldstärke in *Amperewindungen/m*.

Eisen im Magnetfeld einer Spule

In dem Abschnitt über den Aufbau der Atome wird dargestellt, daß die einzelnen Atome aus Atomkern und einer bestimmten Zahl von Elektronen bestehen. Diese Elektronen erzeugen nun als bewegte Ladungen ein Magnetfeld.

In der Materie bestehen darum sehr viele Bezirke, die sich wie kleine ungeordnete Magnete verhalten (Elementarmagnete).



Wird ein Eisenkern in das Innere einer Spule gebracht, erhöht sich die Stärke des Spulenfeldes wesentlich, da die Elementarmagnete im Eisen durch das magnetische Feld der Spule ausgerichtet werden. Die magnetische Wirkung des Eisens ist um so größer, je mehr Elementarmagnete ausgerichtet werden. Ihre Anzahl steigt mit wachsender Durchflutung und damit mit zunehmender Feldstärke der Spule an. Ist das Eisen magnetisch gesättigt, nimmt die magnetische Wirkung des Eisens auch bei noch größer werdender Durchflutung nicht mehr merklich zu.

Die automatische Sicherung

Die automatische Sicherung besteht im Prinzip aus einem Schalter, der durch einen Elektromagneten betätigt wird. Die Spule des Elektromagneten wird vom Strom durchflossen und erzeugt in ihr ein magnetisches Feld. Ein Eisenkern, der mit dem Schalter verbunden ist, wird durch das Magnetfeld in die Spule gezogen.

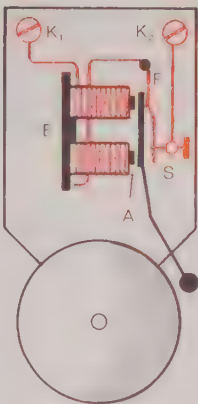


Automatische Sicherung

Bei den üblichen Stromstärken reicht jedoch das Magnetfeld dazu nicht aus. Sobald aber durch Kurzschluß oder Überlastung ein zu starker Strom durch die Spule fließt, wird das Magnetfeld der Spule so groß, daß es den Eisenkern so weit in die Spule zieht, daß der Schalter geöffnet wird.

Die Klingel

Die wesentlichsten Teile einer Hausklingel sind der Elektromagnet und der Unterbrecher. In den beiden Spulen einer solchen Klingel stecken Weicheisenkerne *E*. Sie werden durch den durch die Spulen fließenden Strom magnetisiert. Vor diesen Kernen ist ein Anker *A* aus weichem Eisen montiert. An ihm ist eine Feder *F* befestigt, an der der Klöppel sitzt. Werden die Eisenkerne beim Einschalten des Stromes magnetisiert, ziehen sie den Anker an, und der Klöppel schlägt gegen die Glocke. Bei dieser Bewegung des Ankers wird aber die Verbindung zwischen der Feder *F* und der Stell-



Elektrische Klingel

schraube *S* unterbrochen. Die Wirkung der Magneten wird beendet, die Feder schnell in ihre ursprüngliche Lage zurück und schließt den Stromkreis wieder, so daß sich der Vorgang wiederholen kann. Entfernt man Glocke und Klöppel, entsteht ein summender Ton. Solche Geräte werden Summer genannt.

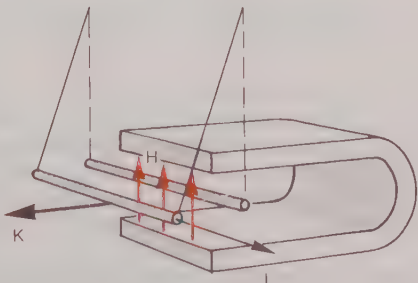
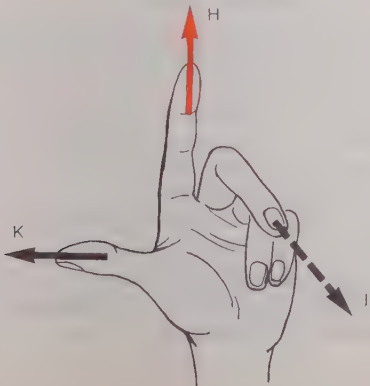
Kraftwirkung eines Magnetfeldes auf einen stromdurchflossenen Leiter

Wird ein gerader Draht, der senkrecht zu den Kraftlinien eines homogenen Magnetfeldes verläuft, vom Strom *I* durchflossen, erfährt er eine Kraft, die senkrecht zu *I* und *H* gerichtet ist. Der Betrag der an den Draht mit der Länge *l* angreifenden Kraft ist:

$$K = B \cdot l \cdot I$$

Hierin ist $B = \mu \cdot H$ die magnetische Induktion mit μ als Permeabilität. Durch sie wird die Verknüpfung von Magnetfeld (*H*) und magnetischer Induktion (*B*) hergestellt.

Die Richtung der Kraft ergibt die Dreifingerregel der linken Hand: Zeigt der Zeigefinger in Richtung der magnetischen Kraftlinien und der Mittelfinger in die Richtung des Stromes, so zeigt der Daumen die Richtung der Bewegung an.

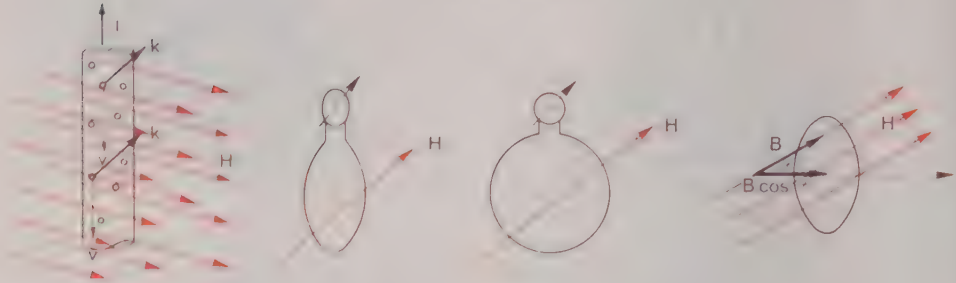


Kraftwirkung eines Magnetfeldes auf eine bewegte Ladung (Lorentz-Kraft)

Wird eine elektrische Ladung im Magnetfeld bewegt, wirkt auf sie eine Kraft, die senkrecht zur Bewegungsrichtung der Ladung und senkrecht zur Richtung des Feldes steht. Mit e_0 als Ladung eines Elektrons und v als Elektronengeschwindigkeit ergibt sich

$$K = e_0 \cdot v \cdot B$$

$$K = e_0 \cdot v \cdot \mu_0 \cdot H$$



Die elektromagnetische Induktion

Wird in einer Leiterschleife, die sich in einem Magnetfeld befindet, das hindurchgreifende Magnetfeld geändert, wird ein Strom erzeugt, der nur während der Änderung des Magnetfeldes fließt.

Wenn man einen kreisförmigen Leiter einem Stabmagneten nähert, so wird in dem Leiter eine Spannung induziert, die man als **Induktionsspannung** bezeichnet. In einem geschlossenen Leiter fließt darum ein **Induktionsstrom**.

Nicht nur die Bewegung eines Magneten kann eine Induktionsspannung hervorrufen, sondern auch beim Aufbau oder Zerfall magnetischer Felder können Induktionsspannungen auftreten. Da die Induktionsspannungen nur kurzzeitig und auch nicht konstant auftreten, betrachtet man den **Spannungsstoß** $U \cdot \Delta t$.

Zwischen dem Spannungsstoß und dem Magnetfeld einer Spule besteht nun folgender Zusammenhang:

$$U \cdot \Delta t = n \cdot F \cdot \mu \cdot \Delta H$$

Hierin ist μ die Permeabilität, n die Windungszahl der Spule, in der das Magnetfeld (H) erzeugt wurde, und F die Spulenfläche. Da $B = \mu \cdot H$ ist, ergibt sich

$$U \cdot \Delta t = n \cdot F \cdot \Delta B$$

wenn Δt das Zeitintervall ist, in dem die Feldänderung ΔH stattfindet. Bezeichnet man ferner das Produkt $B \cdot F$ als magnetischen Kraftfluß oder Induktionsfluß ϕ , ergibt sich

$$U \cdot \Delta t = n \cdot \Delta \phi$$

Hieraus ergibt sich durch Auflösen der Gleichung nach U :

$$U = n \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

Das bedeutet aber, daß die induzierte Spannung U gleich dem Produkt aus der Windungszahl der Spule und der Änderung des magnetischen Kraftflusses pro Zeiteinheit ist.

Die induzierte Spannung ist der Änderungsgeschwindigkeit des magnetischen Kraftflusses bzw. der magnetischen Induktion oder der magnetischen Feldstärke proportional.

Auch durch eine einzelne Leiterschleife greift ein Induktionsfluß hindurch. Bei Änderung dieses Flusses wird ebenfalls eine Spannung erzeugt. Sie ist um so größer, je größer die Flußänderung und je kleiner die Zeit ist, in der diese Flußänderung erfolgt. Es ist

$$U_{\text{ind}} = - \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

Hieraus ergibt sich mit Hilfe der Induktivität L einer Spule (Leiterschleife)

$$U_{\text{ind}} = - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

L hat im elektromagnetischen CGS-System die Dimension einer Länge. Im praktischen System ist die Einheit das *Henry*. Es ist

$$1 \text{ Henry} = \frac{1 \text{ Volt}}{1 \text{ Amp./s}} = 10^9 \text{ cm}$$

Außerdem sind folgende Unterteilungen gebräuchlich:

$$1 \text{ Millihenry [mH]} = 10^{-3} [H]$$

$$1 \text{ Mikrohenry } [\mu H] = 10^{-6} [H]$$

$$1 \text{ Nanohenry [nH]} = 10^{-9} [H]$$

Die Richtung der induzierten Ströme (Lenzsche Regel)

Der durch Induktion hervorgerufene Strom ist so gerichtet, daß sein Magnetfeld dem induzierenden entgegenwirkt. Aus dieser Tatsache ergeben sich die negativen Vorzeichen in den obigen Gleichungen.

Die Energie im Magnetfeld eines Stromkreises

Die Energie eines Magnetfeldes einer vom Strom I durchflossenen Leiterschleife mit der Induktivität L ist

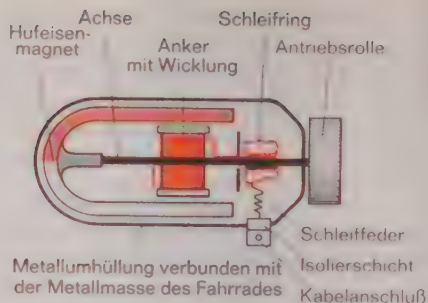
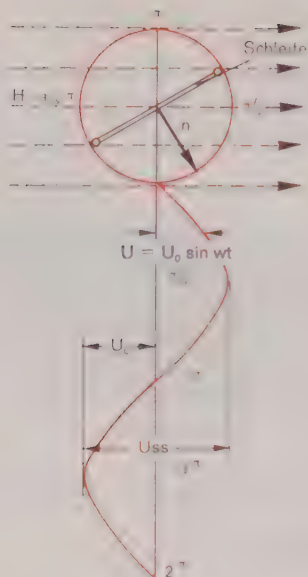
$$E_{\text{magn}} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$$

Anwendung des Induktionsgesetzes

Erzeugung von Wechselströmen

Dreht man in einem homogenen Magnetfeld eine Leiterschleife um eine zu den Feldlinien senkrechte Achse, so greift durch die Leiterschleife ein Induktionsfluß Φ , der sich je nach Stellung der Leiterschleife ändert. Bei einer solchen Drehung überschreibt die Flächennormale n der Fläche, die von der Leiterschleife umschlossen wird, einen Kreis. Das bedeutet, daß die induzierte Spannung in Abhängigkeit vom Winkel, den die Flächennormale mit der Richtung des magnetischen Feldes bildet, schwankt. Werden diese Schwankungen in Abhängigkeit von der Zeit aufgetragen, so entsteht ein sinusförmiger Spannungsverlauf.

Bedenkt man nun, daß der äußerste Punkt der Flächennormalen einen Weg auf einer Kreisbahn zurücklegt, deren Radius 1 sein soll, so beträgt der zurückgelegte Weg $2\pi \cdot 1$. Wird dieser Weg in



Fahrrad-Lichtmaschine

auf dem Schleifring aufliegt. Das andere Ende der Wicklung liegt am Gehäuse der Maschine und ist dadurch mit dem Fahrradrahmen verbunden. Eine zwischen die beiden Pole der Lichtmaschine gebrachte Lampe glüht, wenn der Anker schnelle Umdrehungen ausführt.

der Zeiteinheit T zurückgelegt, so erhält man wegen $f = \frac{1}{T}$ eine Frequenz, die sogenannte **Kreisfrequenz**

$$\omega = 2\pi \cdot \frac{1}{T} = 2\pi \cdot f$$

Betrachtet man den zurückgelegten Weg nach der Zeit t , so ergibt sich ein Winkel $\alpha = \omega t$. Das bedeutet aber, daß der Spannungsverlauf mit dem Scheitelwert der Spannung U_0 durch

$$U_0 \sin \alpha = U_0 \sin \omega t$$

beschrieben wird. Dasselbe gilt für den Stromverlauf. Es ist

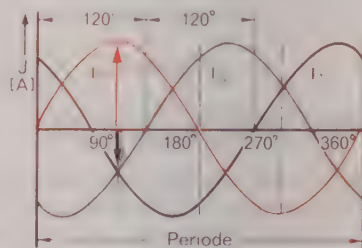
$$I = I_0 \cdot \sin \omega t$$

Fahrrad-Lichtmaschine

Eine Fahrrad-Lichtmaschine besitzt in ihrem Innern einen hufeisenförmigen Dauermagneten. Zwischen den Polen dieses Magneten dreht sich ein Doppel-T-Anker. Das eine Ende der Ankerwicklung ist an einen isoliert aufgebauten Messingschleifring gelegt. Die Stromabnahme erfolgt durch eine Schleiffeder, die

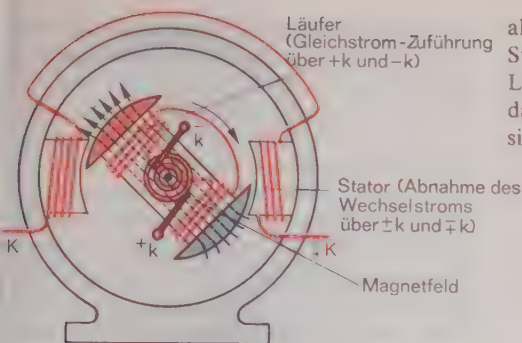
Wechselstromgenerator

Wechselstromgeneratoren sind meist Innenpolmaschinen, d. h., daß sich das Magnetfeld, das den Wechselstrom erzeugt, dreht und daß der Wechselstrom nicht durch Schleifringe abgenommen wird, sondern von festen Klemmen. Der Läufer, der sich drehende Teil des Generators, besteht in seiner einfachsten Form aus einem Doppel-T-Anker und bekommt über zwei Bürsten Gleichstrom zugeführt, der ein Magnetfeld erzeugt. Dieses sich drehende Magnetfeld erzeugt wiederum in den Windungen des Stators einen Wechselstrom, der von zwei Klemmen abgenommen werden kann.

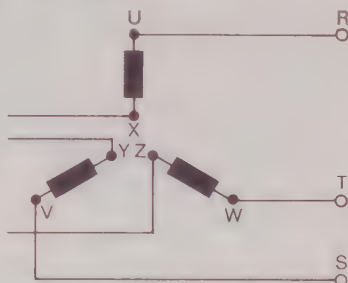


Verlauf der Wechselströme

Mit solchen Generatoren werden Leistungen bis etwa 60000 kW bei einer Spannung von 20000 V erzeugt.



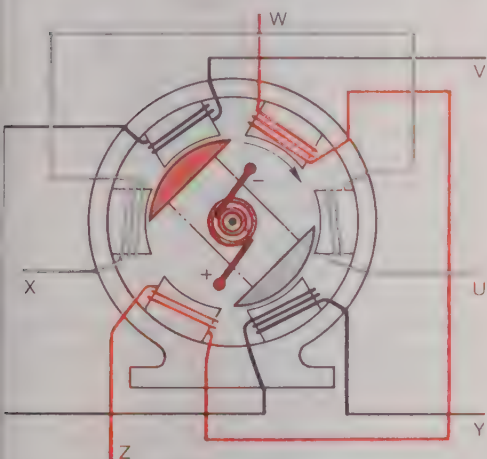
also X , Y und Z , so entsteht die sogenannte Sternschaltung. Dabei wird der gemeinsame Leiter als Nulleiter bezeichnet. Verbindet man dagegen U und Z , W mit Y und V mit X , ergibt sich die Dreieckschaltung.



Schaltung eines Drehstromgenerators

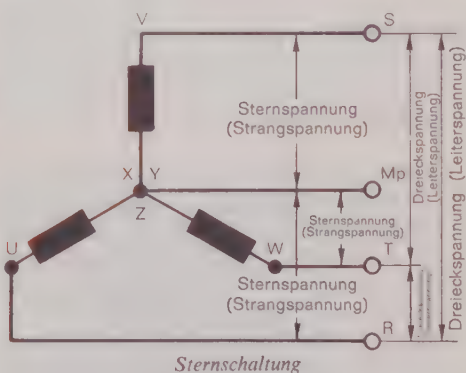
Drehstromgenerator

Verwendet man einen Generator, in dem drei Spulenpaare so angeordnet sind, daß sie jeweils um 120° gegeneinander verschoben sind, erhält man drei Wechselströme, die um ein Drittel ihrer Periode gegeneinander verschoben sind.



Die Sternschaltung (γ)

Das obige Symbol bezeichnet eine Sternschaltung. Die von den drei Spulenansätzen U , V , W abgehenden Leiter werden Außenleiter genannt und mit R , S und T bezeichnet. Die Spannung zwischen den Außenleitern R und S , S und T und T und R wird Dreiecksspannung genannt.



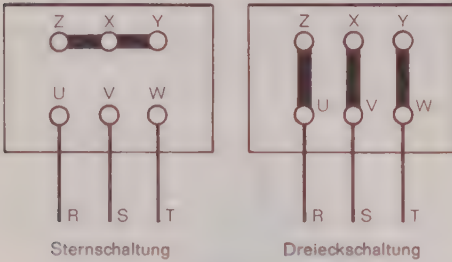
Sternschaltung

Diesen Strom nennt man Dreiphasenstrom oder Drehstrom. Wird nämlich der Anker gedreht, werden drei Spannungen induziert, die zwar gleich groß sind, aber ebenfalls um 120° gegeneinander verschoben sind; sie sind um 120° phasenverschoben.

Bei der Verwendung von Drehstrom sind sechs Leitungen erforderlich. Es zeigt sich jedoch, daß drei Drähte genügen. Addiert man nämlich an irgendeiner Stelle der graphischen Darstellung die Ströme, wird ihre Summe stets 0 sein. Diese Tatsache gestattet, die drei Enden der Wicklungen zu verbinden. Verbindet man

Als Sternspannung bezeichnet man jeweils die Spannung zwischen R und Mp , S und Mp und T und Mp . Wird die Sternschaltung gleichmäßig belastet, ist der Mittelleiter stromlos. Es genügen demnach drei Außenleiter. Bei einer Sternschaltung ist die Dreiecksspannung (Leiterspannung) $\sqrt{3}$ mal so groß wie die Sternspannung. Der Dreieckstrom (Leiterstrom) ist ebenso groß wie der Sternstrom (Strangstrom).

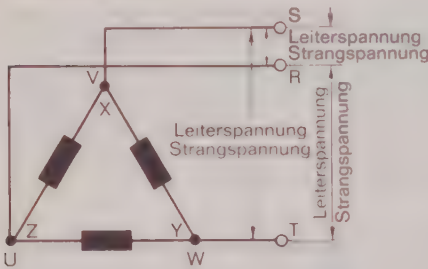
Klembrettschaltung



Die Dreieckschaltung (Δ)

Das obige Symbol kennzeichnet die Dreieckschaltung. Bei der Dreieckschaltung ist die Dreiecksspannung (Leiterspannung) gleich der Strangspannung. Der Leiterstrom ist $1/\sqrt{3}$ mal so groß wie der Strangstrom.

Dreieckschaltung



Vierleiterdrehstromnetz

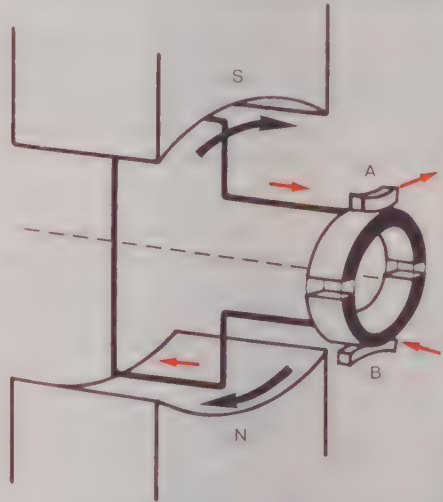
Das Vierleiterdrehstromnetz besitzt vier Leiter. Beim 380-V-Netz beträgt die Spannung zwischen den Außenleitern 380 V, die Sternspannung 220 V. Die meisten Niederspannungsnetze sind Vierleiternetze, da zwei verschiedene Spannungen zur Verfügung stehen. Dies macht es möglich, Großgeräte (Drehstrommotoren) an die Spannung von 380 V und Kleingeräte (Lampen) an die Spannung von 220 V zu legen. Werden in einer dieser Schaltungen zwei Außenleiter vertauscht, so ändert sich die Richtung des durch den Drehstrom erzeugten Drehfeldes. Dieses entsteht in den drei um 120° versetzten Spulen.

Mit diesem Drehfeld arbeiten Drehstrommaschinen. Läuft der Anker (Läufer) einer solchen Maschine genau so schnell wie das Drehfeld, so spricht man von einer Synchron-

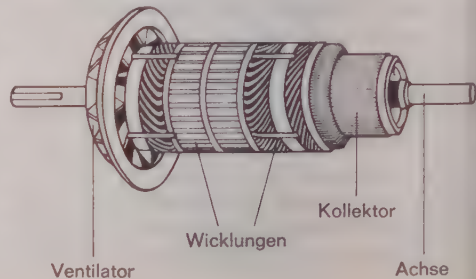
maschine. Bei einer Asynchronmaschine läuft der Anker entweder langsamer oder schneller als das Drehfeld.

Gleichstromgenerator

Einem Generator kann Gleichstrom entnommen werden, wenn ein Stromwender (Kommutator) verwendet wird. Ein Kommutator besteht im einfachsten Fall aus zwei gegeneinander isolierten Halbringen. Jeder Halbring ist mit einem Ende der Drahtwicklung auf dem Anker verbunden. Wird dieser bewegt, so erhält man einen pulsierenden Gleichstrom.

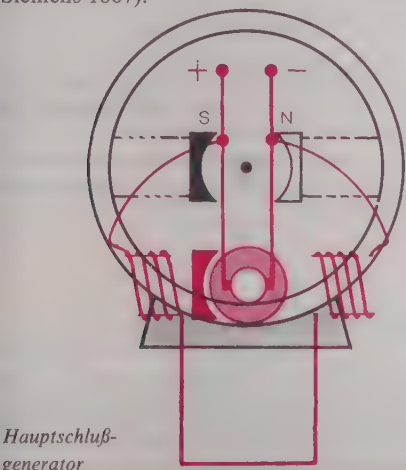


Die obenstehende Zeichnung läßt erkennen, daß der Strom in der oberen Hälfte der Schleife von links nach rechts und in der unteren Hälfte von rechts nach links fließt. Dies ändert sich auch nicht, wenn die Schleife um 180° gedreht wird. Da die Halbringe dieselbe Drehung mitmachen, bleibt auch die Polarität erhalten. An der Bürste A wird stets der Strom von links nach rechts und an der Bürste B stets von

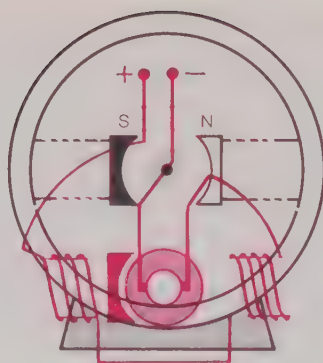


rechts nach links fließen. Ein technischer Gleichstromgenerator besitzt einen Feldmagneten und einen Läufer oder Anker. Die heute verwendeten Trommelanker bestehen aus einem Eisenkern, den Wicklungen und dem Kollektor. Der Eisenkern selbst, der zur Vermeidung schädlicher Wirbelströme aus kreisförmigen, gegeneinander isolierten Blechen zusammengesetzt ist, besitzt am Rande Nuten, die parallel zur Drehachse verlaufen. In diese Nuten sind die Wicklungen eingebettet, so daß der Anker die Form einer Trommel erhält. Auf der Achse ist außerdem der Kollektor montiert. Er besteht aus der gleichen Zahl von Kupferlamellen, wie Wicklungen vorhanden sind. Sie sind durch Glimmer isoliert und jeweils an das eine Ende einer Wicklung angeschlossen. Auf dem Kollektor schleifen Kohlebürsten, durch die der Strom abgenommen wird. Der so entstehende Gleichstrom ist nur noch schwach pulsierend.

Der Feldmagnet ist ein Elektromagnet, dessen Erregung der Generator selbst besorgt. Da der Eisenkern des Feldmagneten stets einen schwachen remanenten Magnetismus besitzt, entsteht im bewegten Anker sofort ein schwacher Induktionsstrom. Dieser kann wieder der Wicklung des Feldmagneten zugeleitet werden, wodurch dessen Magnetfeld verstärkt wird. Die Folge davon ist aber eine erneute Verstärkung der Induktionsströme im Anker u.s.w. Feldmagnetismus und Induktionsstrom steigern sich auf diese Weise bis zum geforderten Höchstwert. Dieses Verfahren wird als dynamoelektrisches Prinzip bezeichnet (Werner v. Siemens 1867).



Hauptstrom-generator

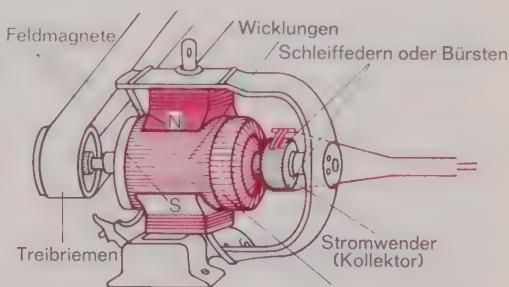


Nebenschlußgenerator

Je nach Art der Schaltung von Feldmagnet und Anker unterscheidet man Hauptstromgeneratoren und Nebenschlußgeneratoren. Wird der gesamte Gleichstrom erst durch die Wicklungen des Feldmagneten und dann erst in die äußeren Leitungen geführt, spricht man von einem Hauptstromgenerator. Bei dem Nebenschlußgenerator sind die Windungen des Feldmagneten parallel geschaltet.

Gleichstrommotor

Ein Gleichstromgenerator kann auch als Elektromotor verwendet werden. Läßt man nämlich durch die Ankerwicklungen Strom fließen, wird auch der Anker zum Elektromagneten.



Gleichstrommotor

Dabei stoßen sich die gleichnamigen Pole des Ankers und des Feldmagneten ab, während sich die ungleichnamigen anziehen. Es entsteht eine Drehbewegung.

Die elektrische Lokomotive

Beim Betrieb von elektrischen Lokomotiven wird Wechselstrom von $16\frac{2}{3}$ Hz verwendet. Die Wechselspannung, die zwischen Oberleitung und Schienen liegt, beträgt 15000 Volt. Eine E-Lok der Baureihe E 10 leistet z. B. 5000 PS. Die Höchstgeschwindigkeit, die etwa 150 km/h beträgt, erhält die E 10 durch 4 Motoren, auf jeder Achse einen. Bei dieselektrischen Lokomotiven treibt ein Dieselmotor einen Generator, der den Strom für die Elektromotoren liefert.

Die elektrische Straßenbahn

Die elektrischen Straßenbahnen werden mit Gleichstrom von 500–1000 Volt Spannung angetrieben. Diese Spannung liegt zwischen Oberleitung und Schiene. Die Motoren besitzen eine Leistung von 50–100 kW. Dies entspricht ungefähr 70–140 PS. Die Geschwindigkeit liegt bei 50–60 km/h. Der Strom selbst wird von einem gefederten Stromabnehmer von der Oberleitung abgenommen und gelangt von dort über Sicherheitshauptschalter und Blitzableiter zum Fahrswitcher im Führerstand. Die Geschwindigkeit wird durch Zu- und Abschalten von Vorwiderständen geregelt, die sich auf dem Dach des Triebwagens befinden. Beim Bremsen können die Motoren als Dynamomaschinen geschaltet werden.

Wechselstromgrößen

Aus den obigen Beziehungen lassen sich zu jedem Zeitpunkt die Augenblickswerte von Strom und Spannung errechnen. Jede dieser Größen besitzt einen Scheitelwert (Amplitude) U_0 oder $\hat{U}$. Den Abstand des positiven Höchstwertes vom negativen nennt man Spitzenwert U_{ss} . Er ist doppelt so groß wie die Amplitude. Es gilt

$$U_{ss} = 2 \hat{U}$$

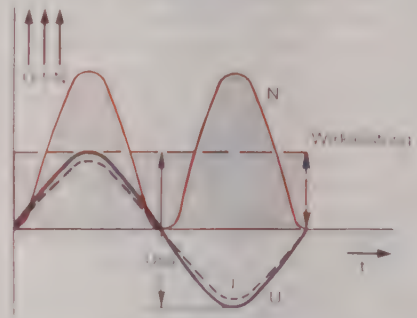
In der Praxis drückt man den wirksamen Wert des Wechselstromes durch den Wert eines Gleichstromes aus, der dieselbe Wärmeentwicklung hervorruft. Diesen Wert nennt man

den Effektivwert. Er ist um den Faktor $\sqrt{2}$ kleiner als der Scheitelwert einer sinusförmigen Wechselgröße. Es ist

$$U_{\text{eff}} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}} \quad \text{oder} \quad I_{\text{eff}} = \frac{\hat{I}}{\sqrt{2}}$$

Die Leistung des Gleichstromes ist $N = U \cdot I$. Daraus folgt für den Wechselstrom

$$N = \frac{\hat{I}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}} = \frac{\hat{I} \cdot \hat{U}}{2} = U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}}$$



Zeichnet man die Leistungskurve, so erhält man eine Sinuskurve von doppelter Frequenz. Verwandelt man diese Fläche in eine Rechteckfläche, so entspricht die Höhe dieses Rechtecks der **Wirkleistung**. Sie ist gleich der Hälfte des Scheitelwertes der Leistungskurve.

Phasenverschiebung

Zwei Wechselgrößen sind phasengleich oder sind in Phase, wenn sie bei gleicher Frequenz an derselben Stelle durch Null gehen. Sie sind phasenverschoben, oder sie haben eine Phasenverschiebung, wenn sie nicht an derselben Stelle durch Null gehen.

Spule im Wechselstromkreis

Eine Spule hat im Wechselstromkreis einen höheren Widerstand als im Gleichstromkreis. Da die Spule ein Magnetfeld aufbaut, benötigt sie Leistung. Diese Leistung wird beim Abbau

des Feldes wieder abgegeben, so daß die Leistungsaufnahme im Mittel gleich Null ist. Diese hin- und herpendelnde Leistung wird Blindleistung genannt. Aus diesem Grunde besitzt die Spule auch einen Blindwiderstand. Er ist frequenzabhängig und wird um so größer, je größer Frequenz und Induktivität der Spule sind. Es gilt daher

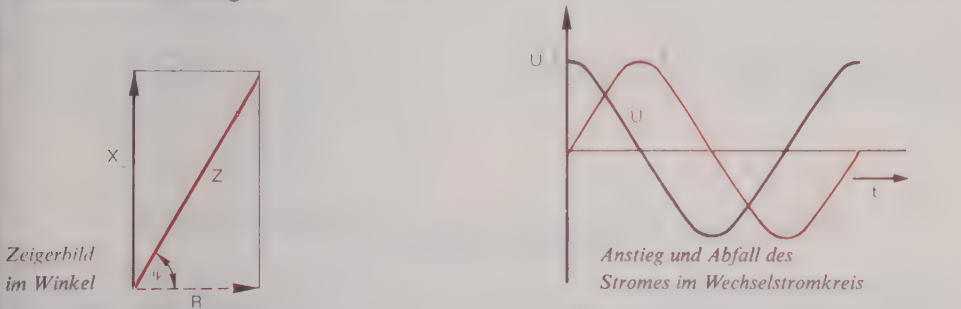
$$X_L = \omega \cdot L$$

Hierin sind X_L der induktive Widerstand, ω die Kreisfrequenz $2 \pi f$ und L die Induktivität der Spule.

Da in einem Wechselstromkreis in einer Spule dauernd ein Magnetfeld auf- und abgebaut wird, werden Anstieg und Abfall des Stromes verzögert. An der Spule muß demnach erst eine Spannung liegen, bevor ein Strom fließt. Das bedeutet, daß die Spannung dem Strom vorausschlägt. Bei einer idealen Spule beträgt diese Phasenverschiebung 90° . Da nun (etwa) durch Erwärmung der Spule Energieverluste auftreten (Verlustleistung), wird die Phasenverschiebung stets kleiner sein. Demnach gibt es neben dem Blindwiderstand noch einen Wirkwiderstand R . Addiert man beide nach dem Satz des Pythagoras, so erhält man den Scheinwiderstand Z der Spule. Es wird

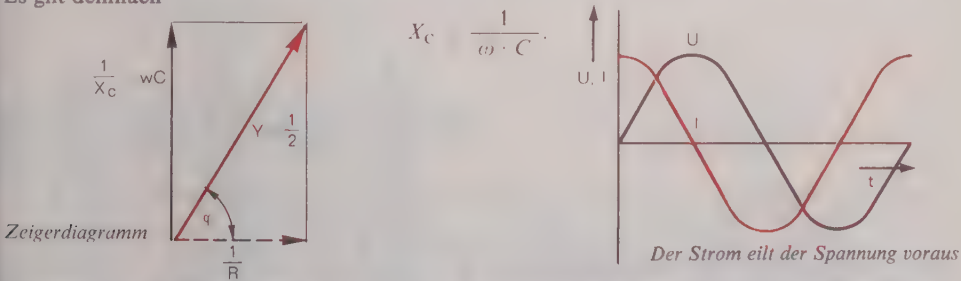
$$Z = \sqrt{X_L^2 + R^2} = \sqrt{(\omega L)^2 + R^2}$$

Diesen Zusammenhang kann man auch in einem Zeigerbild darstellen. Der Winkel φ gibt dabei die Phasenverschiebung an.



Kondensator im Wechselstromkreis

Ein Kondensator bildet im Wechselstromkreis einen Widerstand. Zum Auf- und Abbau eines elektrischen Feldes wird Leistung benötigt und wieder freigegeben, so daß sie im Mittel Null ist und als Blindleistung bezeichnet wird. Der Kondensator besitzt also einen kapazitiven Blindwiderstand X_C . Er ist um so größer, je niedriger die Frequenz f und je kleiner die Kapazität C ist. Es gilt demnach



Befindet sich ein Kondensator im Wechselstromkreis, wird er dauernd umgeladen. Dabei ist der Strom am größten, wenn die Spannung am Kondensator Null ist. Das bedeutet, daß er erst geladen werden muß, ehe eine Spannung auftritt. Beim Kondensator eilt demnach der Strom

der Spannung voraus. Auch am Kondensator treten infolge Erwärmung des Dielektrikums Verluste auf, so daß auch der Kondensator einen Wirkwiderstand besitzt. Die Zusammenhänge lassen sich durch ein Zeigerdiagramm darstellen, in dem die Leitwerte aufgetragen sind. Der Winkel φ ist wieder die Phasenverschiebung. Für den Scheinwiderstand ergibt sich außerdem:

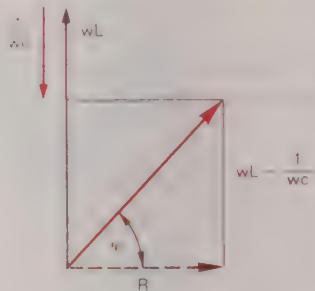
$$Z = \sqrt{X_C^2 + R^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{\omega C}\right)^2 + R^2}$$

Spule, Kondensator und Ohmscher Widerstand (Wirkwiderstand) im Wechselstromkreis

Befinden sich eine Spule L (Induktivität), ein Kondensator C (Kapazität) und ein Ohmscher Widerstand R (Wirkwiderstand) in einem Wechselstromkreis, so errechnet sich folgender Scheinwiderstand

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

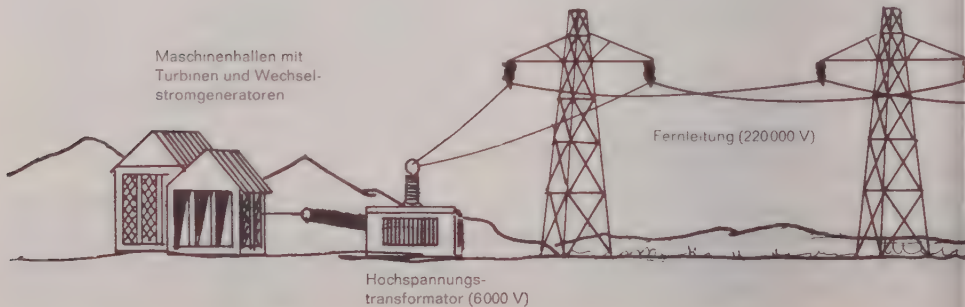
Auch dieser Zusammenhang läßt sich in dem nebenstehenden Zeigerbild darstellen.



Transformatoren

Die Wirkung von Transformatoren beruht auf der Induktion. Ein Transformator besteht aus zwei Spulen, die auf einem gemeinsamen Eisenkern sitzen. Die Eingangswicklung (Primärwicklung) (1) nimmt elektrische Energie auf und gibt sie als magnetisches Wechselfeld an den Kern weiter. Von der Ausgangswicklung (2) wird sie aufgenommen und als elektrische Energie einem Verbraucher zugeführt. Ist ein Transformator unbelastet, also ohne Verbraucher, so verhalten sich die Spannungen etwa wie die Windungszahlen

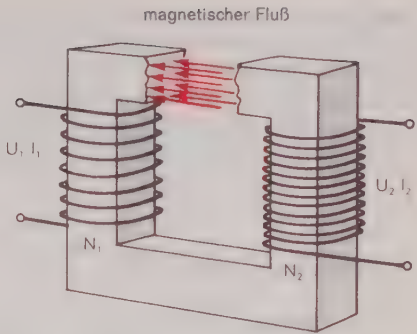
$$\frac{U_1}{U_2} \approx \frac{N_1}{N_2}$$



Beim belasteten Transformator sind die Ströme den Windungszahlen umgekehrt proportional

$$\frac{I_1}{I_2} \approx \frac{N_2}{N_1}$$

Transformatoren dienen dazu, Wechselströme von geringer Spannung in Ströme mit hoher Spannung zu transformieren und umgekehrt. Beim Transport des elektrischen Stromes vom Großkraftwerk bis zum Verbraucher werden Transformatoren eingesetzt. Großkraftwerke befinden sich oft in der Nähe von Kohlenlagerstätten, Seen oder Talsperren. In solchen Kraftwerken wird die Energie der Kohle oder des Wassers durch Generatoren in Elektrizität umgewandelt. In riesigen Wechselstromgeneratoren wird eine Spannung von 4000–6000 V erzeugt. Diese wird durch Transformatoren auf 220 000–380 000 V umgespannt und einer Fernleitung zugeführt. Am Verbraucherort wird diese hohe Spannung in Umspannwerken mit Transformatoren wieder auf die gebräuchliche Spannung heruntertransformiert. In den Umspannwerken wird die Spannung der Fernleitung zunächst auf 3000–6000 V umgespannt. Durch Hochspannungsleitungen gelangt der Strom dann zu den einzelnen Orten. Weitere Transformatoren setzen den Strom weiter auf eine Spannung von 220 V bzw. 380 V herab. Der weitere Energietransport erfolgt nun durch Freileitungen oder durch unterirdische Kabel.



Elektromagnetische Schwingungen und Wellen

Ein Schwingkreis besteht aus einem Kondensator und einer Spule. Ein solches System schwingt mit seiner Eigenfrequenz, die auch Resonanzfrequenz genannt wird. Im Falle der Resonanz gilt

$$\omega L = \frac{1}{\omega C} \quad \text{oder} \quad \omega L - \frac{1}{\omega C} = 0.$$

Das bedeutet, daß in diesem Falle nur noch die Wirkwiderstände (Ohmsche Widerstände) von Spule und Kondensator wirksam sind. Die Resonanzfrequenz selbst läßt sich aus obiger Gleichung errechnen. Es ist

$$f = \frac{1}{2 \pi \sqrt{L \cdot C}}.$$

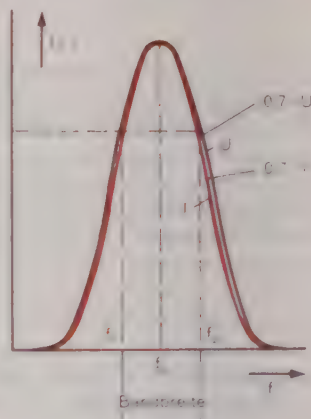


Dies ist die Thomsonsche Gleichung. Die Erregung der Schwingung wird durch den Kondensator verursacht, der sich über die Spule entlädt. Dabei entsteht in ihr ein magnetisches Feld. Nach der Lenzschen Regel fließt der Strom in der Spule nach dem Entladen des Kondensators in entgegengesetzter Richtung weiter und lädt ihn entgegengesetzt auf. Nun entlädt sich der Kondensator wieder über die Spule, und der Vorgang wiederholt sich. Dabei pendelt die Energie zwischen Spule und Kondensator hin und her.

Bandbreite und Güte

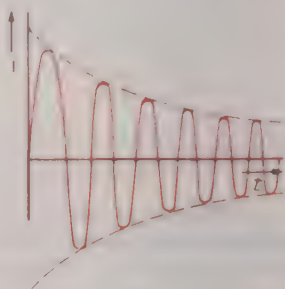
Die Bandbreite ist die Differenz der Frequenzen, bei denen die Resonanzkurve auf 70% abgesunken ist. Je größer die Bandbreite eines Kreises ist, um so kleiner ist die Güte Q des Kreises. Es ist mit f_0 als Resonanzfrequenz

$$Q = \frac{f_0}{\Delta f} = \frac{f_0}{f_2 - f_1}$$



Gedämpfte elektrische Schwingungen

Im Ohmschen Widerstand eines Schwingkreises wird durch den Schwingstrom Wärme erzeugt. Diese wird der elektrischen und magnetischen Energie des Kreises entzogen. Aus diesem Grunde nimmt die Amplitude der Schwingung langsam ab. (Die Abnahme erfolgt nach einer Exponentialfunktion).



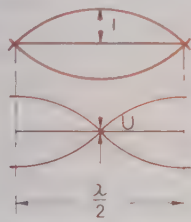
Ungedämpfte elektrische Schwingungen

Da in jedem Schwingkreis ein Ohmscher Widerstand vorhanden ist, können ungedämpfte Schwingungen ohne ständige Energiezufuhr nicht vorkommen. Um ungedämpfte Schwingungen erzeugen zu können, muß der durch Wärmeerzeugung verlorengegangene Energieanteil ersetzt werden.

Der offene Schwingkreis

Die bisher beschriebenen Schwingkreise bestanden aus einem Kondensator und einer Spule. Während des Schwingens entstanden abwechselnd ein elektrisches und ein magnetisches Feld. Die Schwingungen selbst blieben fast nur auf den Kreis beschränkt und werden kaum nach außen übertragen. Vergrößert man den Plattenabstand des Kondensators bei gleichzeitiger Verkleinerung der Platten, und verringert man die **Induktivität** der Spule, bis nur noch ein Draht ring vorhanden ist, werden elektromagnetische Schwingungen frei in den Raum gestrahlt. Nun ändert sich die Frequenz unwesentlich, wenn man den Ring zu einem geraden Draht streckt. Einen

solchen geraden Draht nennt man Dipol, linearen oder Hertzschen Oszillator. Auf diesem Dipol bildet sich eine stehende Welle aus, deren Wellenlänge gleich der doppelten Stablänge ist. Das bedeutet, daß längs eines linearen Oszillators die effektive Stromstärke nicht konstant ist. Sie hat in der Mitte ein Maximum und ist an den Enden des Drahtes Null. Bei der Spannung verhält es sich umgekehrt. Nun besteht zwischen Lichtgeschwindigkeit c , Wellenlänge λ und Frequenz ν die Beziehung $c = \lambda \cdot \nu$



oder
$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

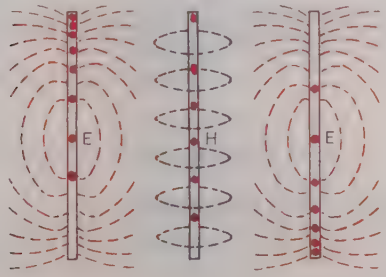
Hieraus ergibt sich mit $\lambda = 2 l$

$$\nu = \frac{c}{2 l}$$

wenn l die Länge des Oszillators ist.

Ausstrahlung des linearen Oszillators

Die Schwingvorgänge im Dipol sind auf die Bewegung der Elektronen während des Wechselns der Felder zurückzuführen. In der Phase, in der der Strom gleich Null ist, besitzen die Enden des Dipols entgegengesetzte Ladungen, so daß im Außenraum ein elektrisches Feld entsteht, dessen Feldlinien vom positiven zum negativen Pol verlaufen. Wird der Strom bei der Umpolung des Dipols am größten, so entsteht ein magnetisches Feld wie bei einem stromdurchflossenen Leiter. Beide Felder wechseln ständig. Aus diesem Grunde spricht man hier auch von einem elektromagnetischen Wechselfeld. Bei einem senkrecht stehenden Dipol treten auch die elektrischen Feldlinien in senkrechten Ebenen in den Raum und schließen sich zu geschlossenen Linien. Die elektrischen Feldlinien können sich nun von dem Dipol ablösen, wenn er mit einer genügend hohen Frequenz schwingt. Die magnetischen Feldlinien bilden Kreise in der waagerechten Ebene und umschließen die elektrischen Feldlinien.



Ausbreitung elektrischer Wellen

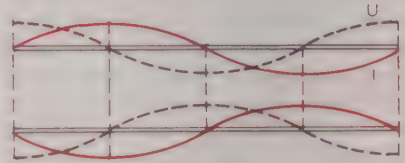
Elektrische Wellen auf Drähten

Bringt man zwei parallele Drähte (Lecher-System) in das Strahlungsfeld eines Senders, so breiten sich die vom Sender ausgestrahlten hochfrequenten Wellen auf diesen Drähten aus und bilden stehende Wellen. Zwischen den Wellen auf den beiden Leitern besteht ein Phasenunterschied von π . Dadurch entstehen im Abstand $\lambda/2$ 2 Strom- und Spannungsbäuche bzw. Strom- und Spannungsknoten. Hier sind Strom und Spannung dauernd Null. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit dieser Lecher-Wellen ist gleich der Lichtgeschwindigkeit und gehorcht der Beziehung

$$c = \lambda \cdot \nu.$$

Befinden sich die Lecher-Drähte in einem Dielektrikum mit der Dielektrizitätskonstante ϵ , nimmt die Ausbreitungsgeschwindigkeit mit $1/\sqrt{\epsilon}$ ab. Wird außerdem die Kapazität einer Doppelleitung pro Längeneinheit mit C^* und die Induktivität mit L^* bezeichnet, so ergibt sich daraus der Wellenwiderstand einer Leitung zu

$$Z = \sqrt{\frac{L^*}{C^*}}.$$



Konzentrische Leitungen

Eine konzentrische Leitung ist eine Doppelleitung. Sie besteht aus einem zylindrischen Innenleiter, der mit einem coaxialen Zylinder umgeben ist (Koaxialleitung). Der Innenraum kann mit einem Dielektrikum ausgefüllt sein. In diesem Zwischenraum verlaufen die elektrischen Feldlinien wie die Radien und die magnetischen wie konzentrische Kreise.



Freie elektromagnetische Wellen

Elektromagnetische Wellen können sich auch ohne metallische Leiter ausbilden bzw. ausbreiten. Sie sind transversale Wellen. Ihre Ausbreitungsgeschwindigkeit ist im Vakuum $c = 3 \cdot 10^{10} \text{ cm/s}$ und entspricht somit der Lichtgeschwindigkeit. In einem Material mit der Dielektrizitätskonstanten ϵ und der Permeabilität μ ergibt sich jedoch

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon \mu}}.$$

Da aber für die meisten Dielektrika μ nahezu gleich 1 ist, erhält man schließlich

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon}}.$$

Daraus ergibt sich ferner das Verhältnis der Lichtgeschwindigkeit im Vakuum zur Lichtgeschwindigkeit im Medium, das Brechungsindex genannt wird. Es ist

$$n = \sqrt{\varepsilon} = \frac{c}{v}.$$

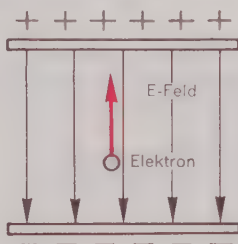
Auch die Wellen des sichtbaren Lichtes sind elektromagnetische Wellen. Sie sind aber nur ein ganz kleiner Teil aus dem Gesamtspektrum der elektromagnetischen Wellen, das von den Langwellen der Rundfunksender und der Telegraphie bis zu den γ -Strahlen radioaktiver Elemente und der Ultrastrahlung reicht.

Bewegung freier Elektronen in elektrischen und magnetischen Feldern

Elektron im elektrischen Feld

Befindet sich ein Elektron in einem homogenen elektrischen Feld, wirkt in jedem Punkt des Feldes die Kraft

$$K = m_0 \cdot b = e_0 \cdot E.$$



hierin sind m_0 die Masse des Elektrons und e_0 die Ladung des Elektrons. Wegen

$$b = \frac{e_0}{m_0} \cdot E$$

ergibt sich, daß ein Elektron im elektrischen Feld eine gleichmäßige Beschleunigung erfährt. Die Beziehung

$$\frac{m_0}{2} \cdot v^2 = e_0 \cdot U$$

zeigt, daß die Geschwindigkeit v eines solchen Elektrons nur von der Spannung abhängt. Es ist nämlich

$$v = \sqrt{2 \frac{e_0}{m_0} \cdot U}.$$

Befindet sich ein Elektron in einem elektrischen Feld, das senkrecht zu seiner Bewegungsrichtung steht, ist die Ablenkung, die es erfährt, der Spannung direkt und seiner kinetischen Energie umgekehrt proportional.

Elektron im magnetischen Feld

Bewegt sich ein Elektron mit einer Geschwindigkeit v in einem Magnetfeld, dessen Kraftlinien senkrecht zur Bewegungsrichtung des Elektrons stehen, so erfährt das Elektron, wenn das Magnetfeld homogen ist, eine Kraft

$$K = e_0 \cdot v \cdot B.$$

Da diese Kraft stets senkrecht zur Bewegungsrichtung wirkt, erfährt das Elektron keine Bahnbeschleunigung, sondern eine Radialbeschleunigung. Das Elektron würde dadurch auf einer Kreisbahn abgelenkt werden. Es gilt

$$\frac{m_0 \cdot v^2}{r} = e_0 \cdot v \cdot B$$

oder

$$r = \frac{e_0}{m_0} \cdot r \cdot B.$$

Hieraus erhält man leicht den Bahnradius des Elektrons

$$r = \frac{m_0}{e_0} \cdot \frac{v}{B}.$$

Diese Gleichung besagt nun folgendes:

Der Radius der Kreisbahn, auf der ein geladenes Teilchen abgelenkt wird, wenn es senkrecht zu den Kraftlinien in ein homogenes Magnetfeld eintritt, ist direkt der Geschwindigkeit v des Teilchens und umgekehrt der magnetischen Induktion proportional.

Rundfunk und Fernsehen

Rundfunk

Die von einer Antenne ausgestrahlten elektromagnetischen Wellen breiten sich mit Lichtgeschwindigkeit nach allen Richtungen des Raumes aus. Es gilt die Beziehung

$$\text{Lichtgeschwindigkeit } [c] = \text{Frequenz } [\nu] \cdot \text{Wellenlänge } [\lambda]$$

oder kürzer

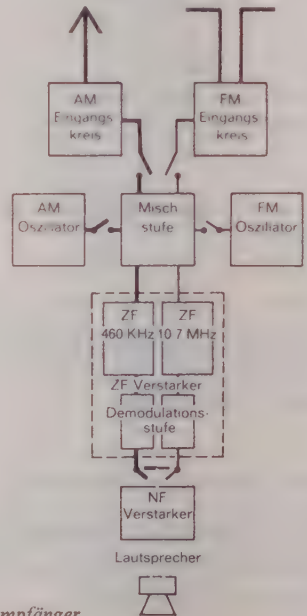
$$c = \nu \cdot \lambda.$$

Aus dieser Gleichung läßt sich die dritte Größe stets mit Hilfe der beiden anderen errechnen. Für den Rundfunk werden verschiedene, aber ganz bestimmte Wellenbereiche benutzt: Langwelle (*LW*) mit Wellenlängen über 1000 m, Mittelwelle (*MW*) mit Wellenlängen zwischen 600 und 200 m, Kurzwelle (*KW*) mit Wellenlängen zwischen 50 und 10 m und Ultrakurzwelle (*UKW*) mit Wellenlängen zwischen 10 und 1 m.

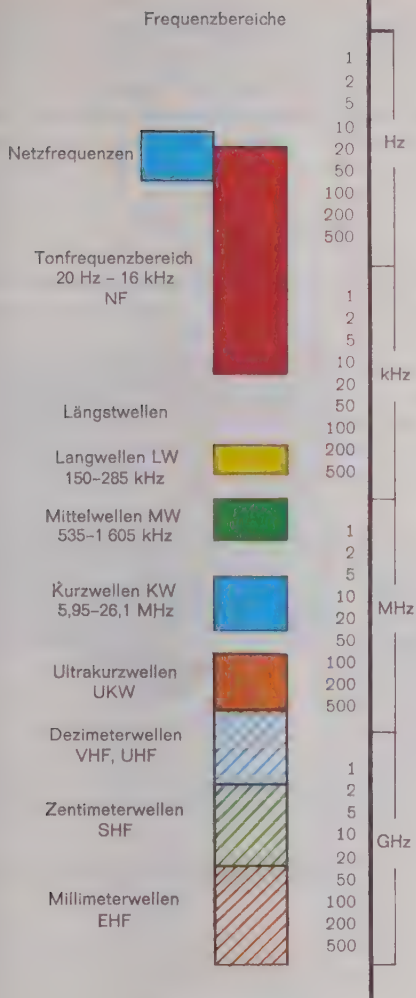
Rundfunksender

Ein Sender besteht im Prinzip aus einem Oszillator, der ungedämpfte Schwingungen von hoher Frequenz erzeugt. Diese hohe Frequenz *HF* dient als Trägerfrequenz für die zu übertragenden Hörfrequenzen *NF* irgendeiner Rundfunksendung. Um die Niederfrequenz zu übertragen, muß man sie der Hochfrequenz aufzwingen bzw. überlagern (modulieren). Dies

kann durch Amplitudenmodulation oder durch Frequenzmodulation geschehen. Die Amplitudenmodulation *AM* wird im Lang-, Mittel- und Kurzwellenbereich angewendet, die Frequenzmodulation *FM* im UKW-Bereich.



Rundfunkempfänger



Verwendung der Frequenzbereiche

In der Funk-, Radio- und Fernsehtechnik ist der Bedarf an Frequenzbereichen von Jahr zu Jahr größer geworden. Die weltumspannende drahtlose Telegrafie, der sich später die drahtlose Telefonie zugesellte, die von Jahr zu Jahr wachsende Zahl der Rundfunk- und Fernsehsender und viele andere Verwendungszwecke, z. B. der Polizeifunk, die Flugsicherung und der Amateurfunk, machen den „Frequenzraum“ immer enger. Bereits 1926 schuf man darum den ersten „Wellenplan“, eine international geregelte Verteilung der zur Nachrichtenübermittlung geeigneten elektromagnetischen Wellen auf die einzelnen Länder. Er umfaßte zunächst nur den Mittel- und Langwellenbereich des Rundfunks und betraf 83 Haupt- und 16 Gemeinschaftssender. Nach dem zweiten Weltkrieg wurde eine Neuverteilung des Frequenzbereiches erforderlich. Auf der Konferenz, die 1948 in Kopenhagen stattfand, wurde die Bundesrepublik Deutschland sehr benachteiligt, was zur Einführung des UKW-Rundfunks führte. 1949 kam es in Mexiko City zur Verteilung der Kurzwellen und 1952 in Stockholm schließlich zur Einigung über die Verwendung der Ultrakurzwellen und Dezimeterwellen.

In Deutschland wacht über die Einhaltung der festgelegten Frequenzbereiche durch die zugelassenen Sendeanlagen das Fernmeldetechnische Zentralamt (FTZ) in Darmstadt.

Rundfunkempfänger

Der wichtigste Teil eines Rundfunkempfängers ist ein Schwingkreis. Die Eigenfrequenz dieses Schwingkreises läßt sich durch Drehen des Wahlknopfes für die einzelnen Sender so verändern, daß Eigenfrequenz und empfangene Frequenz übereinstimmen. In diesem Augenblick wird der Schwingkreis des Empfängers zum Mitschwingen gebracht; das bedeutet, daß die ankommenden Wellen vom Empfänger aufgenommen werden. Um nun die Hörfrequenz hören zu können, muß die Nie-

derfrequenz *NF* wieder von der Hochfrequenz getrennt werden. Diesen Vorgang nennt man Demodulation. Sie erfolgt auf verschiedene Weise, je nachdem ob eine Amplituden- oder eine Frequenzmodulation vorliegt.

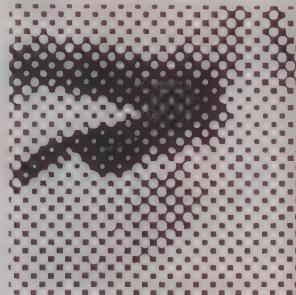
Moderne Rundfunkempfänger besitzen neben dem Empfangskreis (Eingangskreis), der auf die Hochfrequenz des Senders abgestimmt werden muß, einen Oszillatorkreis, der entweder auf einer höheren oder einer etwas tieferen Frequenz als die Senderfrequenz schwingt. Beide Frequenzen unterscheiden sich bei *AM*-

Empfang um 460 kHz und bei FM-Empfang um 10.7 MHz. Beide Hochfrequenzen, die ankommende Senderfrequenz und die Oszillatorfrequenz des Empfängers, werden in einer besonderen Mischschaltung (Mischstufe) gemischt und ergeben die sogenannte Zwischen-

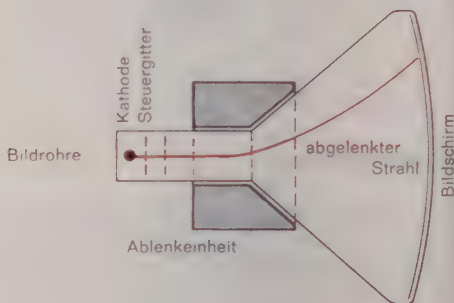
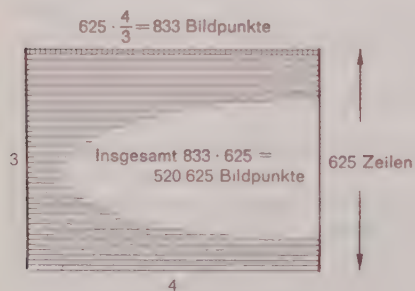
frequenz ZF, die in einem besonderen Zwischenfrequenzverstärker verstärkt wird. Dabei wird die Demodulation vorgenommen und die dann übrigbleibende Hörfrequenz NF über den Niederfrequenzverstärker endlich dem Lautsprecher zugeführt.

Fernsehen

Zur Ausstrahlung von Fernsehprogrammen werden Ultrakurzwellen VHF und Dezimeterwellen UHF benutzt. Für die Übertragung einer Fernsehsendung muß das Bild, das gesendet werden soll, in eine große Anzahl von Punkten zerlegt werden. Je mehr Punkte bei der Zerlegung entstehen, um so besser ist das wiedergegebene Bild. Nun besteht jedes Schwarzweißbild aus hellen und dunklen Punkten. Jeder dieser Bildpunkte muß nach dem Grad seiner Helligkeit in einen elektrischen Spannungsstoß (Impuls) umgewandelt werden. Diesen auf die Trägerfrequenz, VHF oder UHF, modulierten Impuls muß der Empfänger wieder von der Trägerfrequenz trennen (Demodulation) und in Licht umwandeln. Dabei muß er auch folgerichtig ein Bild aufbauen.



Die Zahl der Bildpunkte ist international auf 520 625 festgelegt worden. Damit ergab sich eine Zahl von 625 Zeilen.



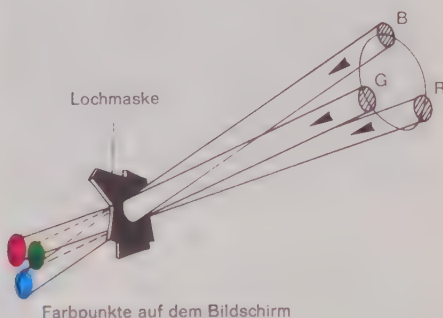
Um ein Bild aufzubauen, benötigt man eine sogenannte Bildröhre. Dies ist eine Röhre mit einer nur wenig gewölbten Frontplatte, die ein Seitenverhältnis von etwa 3 : 4 besitzt. Auf der Innenseite dieser Frontscheibe befindet sich eine Leuchtschicht, die durch den auftretenden Elektronenstrahl zum Leuchten angeregt wird. Dieser Elektronenstrahl wird durch die sich aus den Helligkeitsunterschieden der einzelnen Bildpunkte ergebenden Impulse gesteuert und in horizontaler und vertikaler Richtung abgelenkt.

Das „Schreiben“ der einzelnen Zeilen des Bildes erfolgt in der Weise, daß der Elektronenstrahl die Bildpunkte der 1. Zeile abtastet, dann rasch zum Anfangspunkt der 2. Zeile zurückspringt, diese „beschreibt“, wieder zur 3. zurückspringt usw., bis schließlich auch die letzte Zeile durchlaufen ist und der Elektronenstrahl zum Ausgangspunkt der 1. Zeile zurückkehrt. Dieser Vorgang muß sich natürlich mit einer ungeheuren Geschwindigkeit abspielen, damit das Bild als solches wahrgenommen werden und das Auge das Abtasten der einzelnen Bildpunkte infolge der bekannten „Trägheit des Auges“ (jeder Lichtreiz wirkt noch ca. $\frac{1}{10}$ sec im menschlichen Bewußtsein nach) nicht verfolgen kann.

Da nun beide, Sender und Empfänger, in jeder Hinsicht synchron laufen, kann ein gesendetes Bild wieder aufgebaut werden. Die unbedingt notwendige Synchronisation wird durch besondere Impulse erreicht, die ebenfalls im Übertragungssignal enthalten sind.

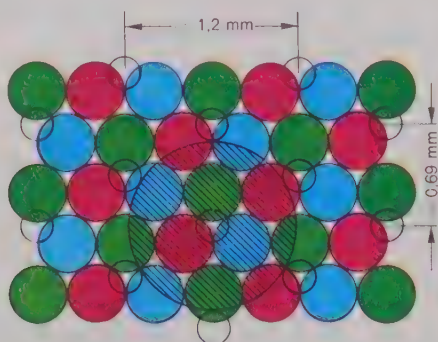


Additive Farbmischung



Farbpunkte auf dem Bildschirm

Beim Farbfernsehen geht man davon aus, daß die drei Lichtsorten Rot, Grün und Blau, wenn sie mit entsprechender Intensität ausgestrahlt werden, weißes Licht ergeben. Hieraus ergibt sich die Möglichkeit, farbige Bilder zu senden und farbig oder schwarzweiß zu empfangen. Mischt man die drei Lichtarten, erhält man, je nachdem wie die einzelnen Intensitäten gewählt werden, jeden beliebigen Farbton. Man benötigt nur statt einer Aufnahmekamera drei und statt eines Elektronenstrahls in der Bildröhre drei. Diese Farbbildröhre besitzt nun in der Tat drei Elektronenkanonen (Elektronensysteme), die einen Elektronenstrahl erzeugen können. Sie sind so im Röhrenhals angeordnet, daß sich alle drei Strahlen kurz vor dem Bildschirm in einem Punkt kreuzen, bevor



sie auf den Bildschirm treffen. Dieser enthält etwa 1,2 Millionen Farbpunkte. Davon gehört je ein Drittel zu einer Farbe. Sie sind so angeordnet, daß sie immer ein Farbdreieck (Farbtripel) bilden. Außerdem befindet sich an der Stelle, an der sich die Elektronenstrahlen kreuzen, eine Lochmaske, die wie ein Sieb wirkt. Jedem dieser Löcher ist genau ein Farbtripel zugeordnet, so daß ein bestimmter Elektronenstrahl immer nur den ihm zugeordneten Farbpunkt treffen kann. Der „rote“ Elektronenstrahl kann also immer nur einen roten Farbpunkt treffen, der „grüne“ nur einen grünen und der „blaue“ Elektronenstrahl nur einen blauen Farbpunkt. Werden diese Farbtripel von Elektronenstrahlen unterschiedlicher Intensität getroffen, so ergibt sich jeweils ein ganz bestimmter Farbton, da der Beschauer die drei leuchtenden Farbpunkte räumlich nicht mehr unterscheiden kann.

Da ein zu sendendes Bild von drei Kameras aufgenommen wird, erhält man auch auf dem Bildschirm drei Bilder, ein rotes, ein grünes und ein blaues. Man muß nur darauf achten, daß die drei an jeder Stelle des Bildschirms zur Deckung gebracht werden. Dazu benötigt man eine zusätzliche Ablenkung der Elektronenstrahlen (Konvergenz), die eine derartige Einstellung gestattet.

Radar (Radio Detection And Ranging)

Mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen, die eine Wellenlänge von 0,5–1 m Länge besitzen, kann man weit entfernte Gegenstände auf einem Leuchtschirm sichtbar machen.

Ein Radargerät besitzt zwei Antennen, eine für den Sender und eine für den Empfänger. Der Sender sendet regelmäßig in Abständen von 0,001–0,0001 Sekunden elektrische Impulse aus. Die elektromagnetischen Wellen, die sich mit einer Geschwindigkeit von 300 000 km/s ausbreiten, werden zum Teil von metallischen Gegenständen reflektiert. Diese reflektierten Wellen nimmt der Empfänger wieder auf. Er ist mit einem Bildrohr (Braunsche Röhre) ausgerüstet, auf der die reflektierenden Gegenstände als helle Flecken und Punkte erscheinen. Läßt man Sende- und Empfangsantenne rotieren, entsteht bei einer bestimmten Umdrehungsgeschwindigkeit (10–40 U/min) auf dem Bildschirm ein Leuchtbild. Radargeräte sind in der Flugsicherung und Flugüberwachung unentbehrlich geworden. Sie ermöglichen den Blindflug bei Nacht, über Wolken und im Nebel. Außerdem unterstützen sie den Start- und Landevorgang. Auch in der Schifffahrt haben sie große Bedeutung gewonnen. Hier können andere Schiffe im Nebel frühzeitig festgestellt werden, so daß ein rechtzeitiges Ausweichen möglich wird. Mit dem Radargerät werden die Umlaufbahnen der Satelliten überwacht. Auch Wettererscheinungen können frühzeitig erkannt werden.

Elektronenröhren

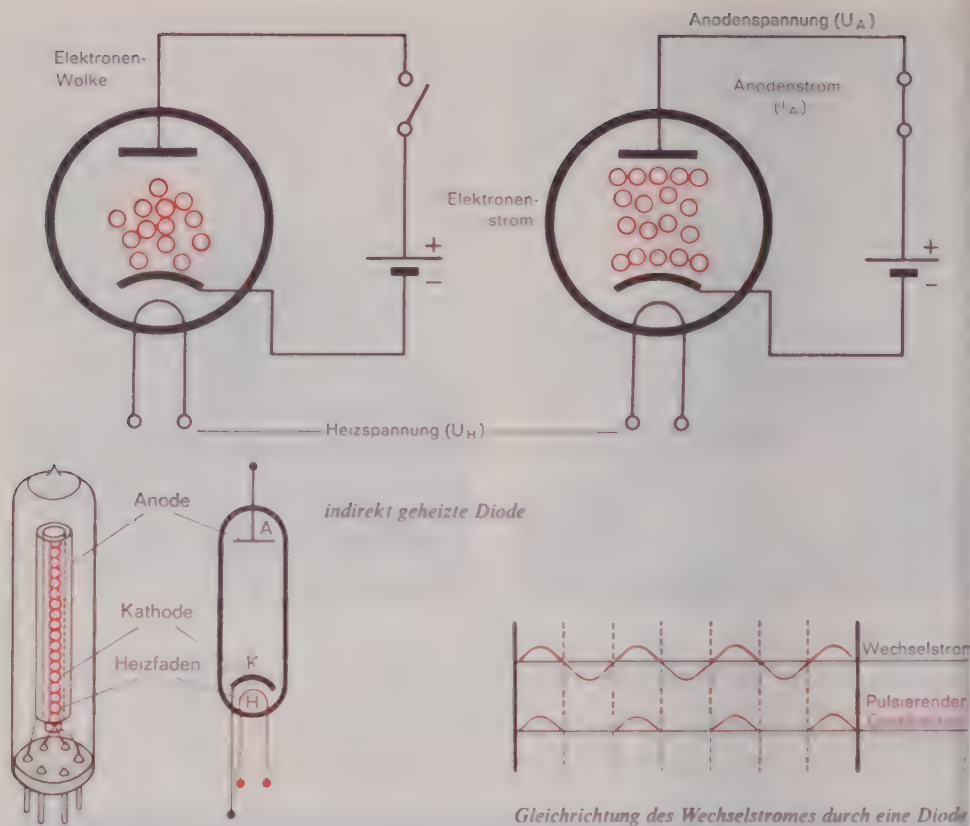
Die Diode

In einer Elektronenröhre fließt der Strom durch den luftleeren Raum (Vakuum). Die einfachste Elektronenröhre besitzt zwei Elektroden, die Kathode und die Anode. Wegen dieser zwei Elektroden wird sie Diode genannt (di = zwei). Wird in einer solchen Röhre die Kathode erhitzt, treten bei einer bestimmten Temperatur freie Elektronen in den Raum nahe der Kathode. Dieser Vorgang wird Glühemission genannt. Um der Kathode die nötige Temperatur zu verleihen, muß man sie heizen. Dies kann direkt und indirekt geschehen. Bei der direkt geheizten Kathode ist der Heizdraht mit einer wirksamen Kathodenschicht, die meist aus Barium-Strontiumoxid besteht, überzogen. Bei der indirekten Heizung sind Heizdraht und Kathode elektrisch getrennt. Die wirksame Kathodenschicht befindet sich auf einem Metallröhrchen, in das der Heizdraht als Wendel eingeführt ist. Die Kathode ist wieder vom Anodenblech umgeben. Dieses soll später die emittierten Elektronen auffangen.



links oben: die absenkbare Radarnase des Prototyps „Concorde 001“ erbaut von Sud-Aviation. Rechts oben: eine Decca-Wetterradar-Antenne. Mit ihr lassen sich die Wetterfronten in einem Umkreis von 400 Kilometern verfolgen. Unten: Panoramaschirm der Hauptlotsenstation des Hamburger Hafens. Auch bei schlechten Sichtverhältnissen gibt der Radarschirm eine genaue Übersicht über das Geschehen auf den Schiffahrtswegen



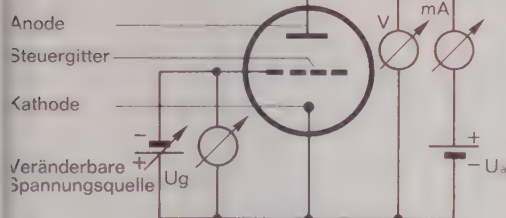


Legt man nun an die Anode eine zur Kathode positive Spannung, werden die Elektronen aus dem Raum in der Umgebung der Kathode abgesaugt und von der Anode eingefangen. Es fließt jetzt ein Elektronenstrom von der Kathode zur Anode. Wird die Spannung umgepolt, so werden die Elektronen von der jetzt negativen Anode abgestoßen, so daß kein Strom fließen kann. Das bedeutet, daß die Diode nur dann stromführend ist, wenn die Anode positiv gegenüber der Kathode ist. Hieraus ergibt sich die Möglichkeit, Wechselstrom gleichzurichten, da die Diode ja nur dann Strom zieht, wenn die positive Halbwelle einer sinusförmigen Wechselspannung an der Anode liegt. Man erhält einen pulsierenden Gleichstrom.

Die Triode

Die Triode besitzt drei Elektroden (tri = 3). Zwischen der Anode und der Kathode befindet sich eine weitere Elektrode, das Steuergitter. Durch Verändern einer Spannung, der Gitterspannung, kann der Elektronenstrom dieser Röhre gesteuert werden. Macht man nämlich das Gitter stark negativ gegenüber der Kathode, werden die Elektronen vom Gitter gebremst und gelangen nicht mehr zur Anode. Wird das Gitter weniger negativ gemacht, kann noch ein bestimmter Anodenstrom fließen. Ihn kann man jedoch durch geringe Änderungen der Gitterspannung verstärken oder schwächen, je nachdem, ob man das Gitter positiver oder negativer vorspannt. Da das Gitter aber stets negativ bleibt – positive Gitterspannungen würden Verzerrungen hervorrufen –, erfolgt die Steuerung einer Triode leistungslos.

Meßschaltung zur Aufnahme der Kennlinien



Trägt man den Anodenstrom I_a in Abhängigkeit von der negativen Gitterspannung U_g auf, erhält man die sogenannte $I_a - U_g$ -Kennlinie. Aus dieser Kennlinie ergeben sich die statischen Röhrenkennwerte. So ergibt sich aus dem Verhältnis der Anodenstromänderung ΔI_a zur Gitterspannungsänderung ΔU_g die Steilheit S der Röhre. Es ist

$$S = \frac{\Delta I_a}{\Delta U_g}$$

bei konstanter Anodenspannung U_a .

Der Innenwiderstand der Röhre errechnet sich aus dem Verhältnis der Anodenspannungsänderung ΔU_a zur Anodenstromänderung ΔI_a , wenn die Gitterspannung unverändert bleibt. Es ergibt sich, wenn R_i der Innenwiderstand der Röhre ist,

$$R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a}$$

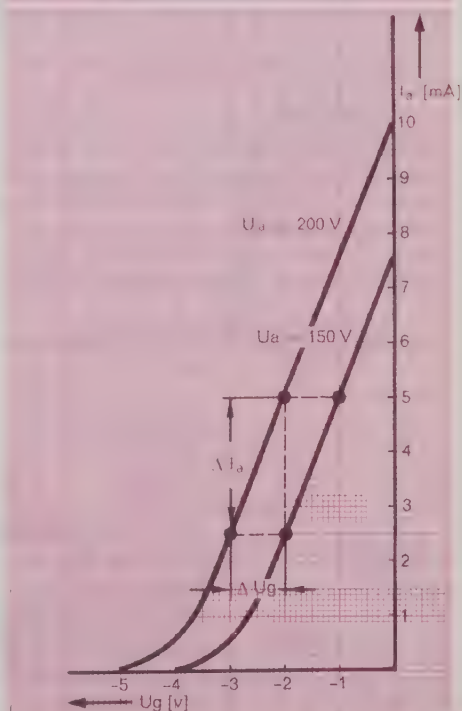
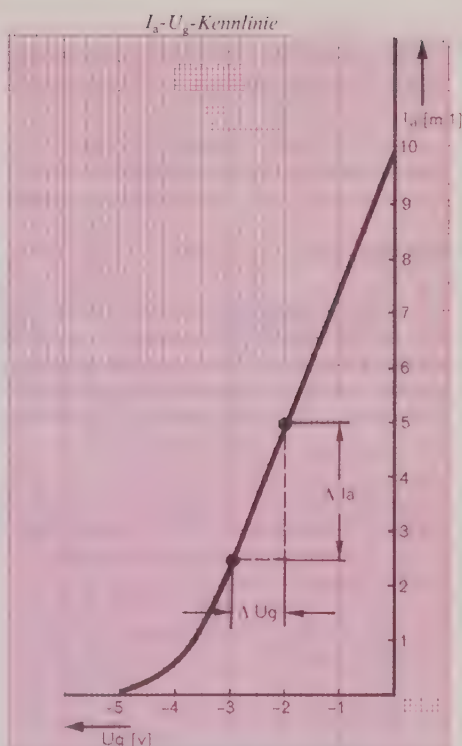
Der Verstärkungsfaktor μ ergibt sich aus dem Verhältnis der Anodenspannungsänderung ΔU_a zur Gitterspannungsänderung ΔU_g bei konstantem Anodenstrom. Es gilt

$$\mu = \frac{\Delta U_a}{\Delta U_g}$$

Mit Durchgriff wird der Kehrwert des Verstärkungsfaktors bezeichnet. Der Durchgriff ist eine Rückwirkung der Anode auf das Gitter, die durch zurückfließende Sekundärelektronen hervorgerufen wird. Sekundärelektronen werden beim Auftreffen der Elektronen auf die Anode herausgeschleudert und gelangen in den Röhrenraum. Es ist

$$D = \frac{1}{\mu} [\%]$$

$I_a - U_g$ -Kennlinie bei verschiedenen Anodenspannungen U_a



Alle diese Kennwerte gelten jeweils für einen bestimmten Punkt auf der Kennlinie, dem Arbeitspunkt. Außerdem stehen alle Kennwerte in einem ganz bestimmten Zusammenhang. Er wird durch die Barkhausensche Röhrgleichung beschrieben.

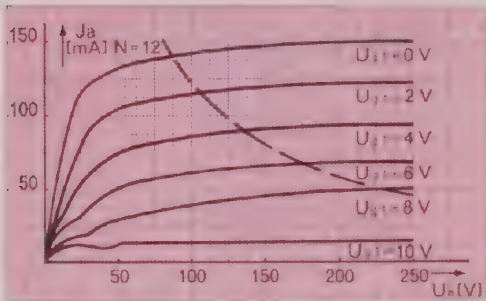
$$S \cdot D \cdot R_i = 1$$

Trioden werden vorwiegend in Verstärkerschaltungen verwendet.

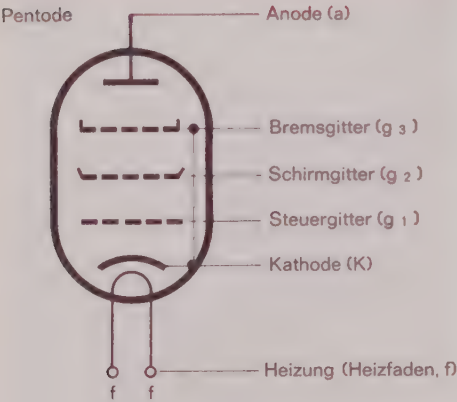
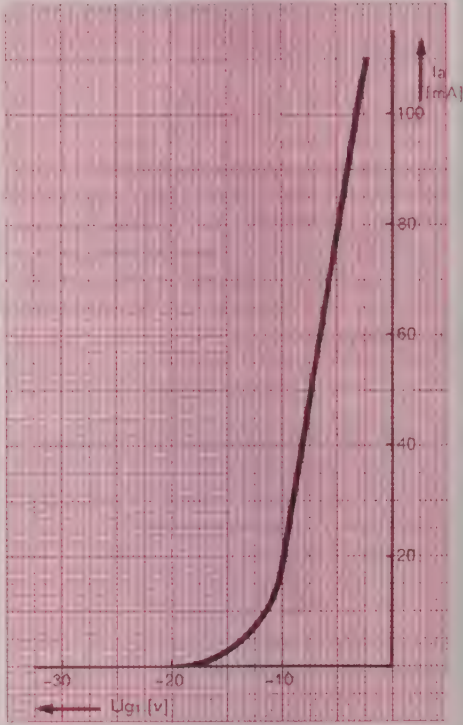
Die Pentode

Die Pentode besitzt zwei weitere Gitter, das Schirmgitter und das Bremsgitter. Durch diese beiden Gitter erhalten Pentoden eine große Steilheit, einen großen Innenwiderstand und einen kleinen Durchgriff. Dadurch wird eine große Verstärkung möglich. Pentoden werden vor allen Dingen zur Spannungsverstärkung und als Endröhren verwendet. Leistungspentoden sind für stärkere Anodenströme geeignet und besitzen eine besonders hohe Steilheit.

I_a - U_a -Kennlinie (U_{g1} als Parameter)

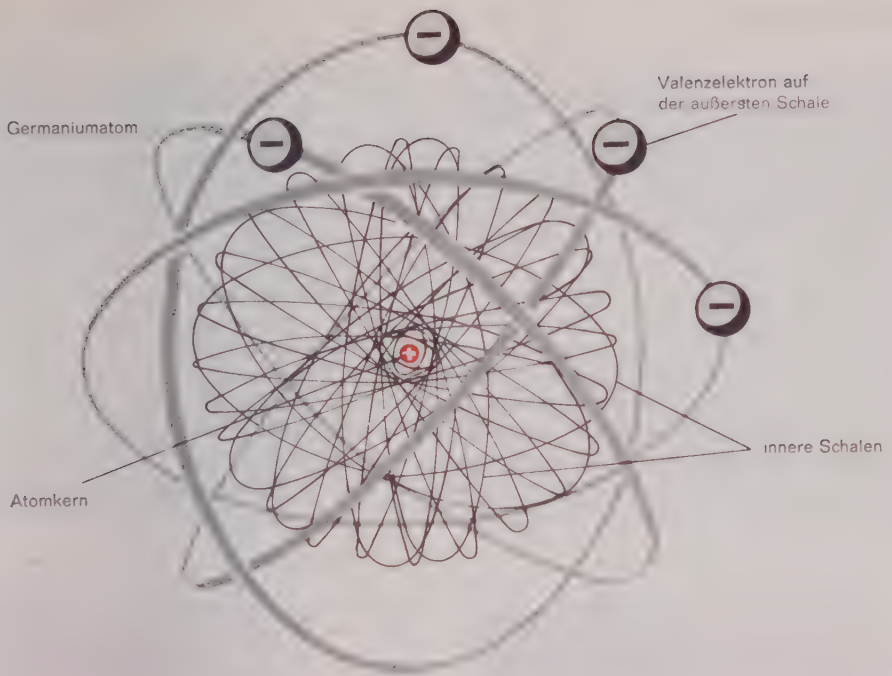


I_a - U_g -Kennlinie



Halbleiter

Germanium (Ge) und Silizium (Si) haben unter den Halbleiterwerkstoffen die größte Bedeutung. Wird an einen Halbleiter eine elektrische Spannung gelegt, bewegen sich die Valenzelektronen (Außenelektronen), also die Elektronen, die auf der äußersten Elektronenschale der Atome kreisen, zum Pluspol der Spannungsquelle. Jedes dieser Elektronen läßt dabei ein Loch zurück. Ein Elektron kann auf seinem Wege aber wieder von einem Loch eingefangen werden. Da sich

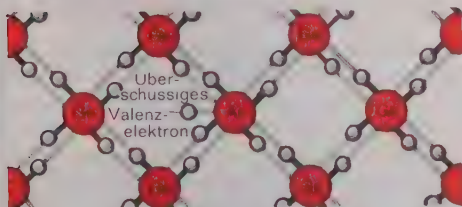


die Elektronen zum Pluspol bewegen, bewegen sich die Löcher, die sie zurückgelassen haben, zum Minuspol. Dieser Vorgang ist etwa so, als ob in einer Autoschlange ein Fahrzeug ausscheret. Auf den freigewordenen Platz rückt das folgende Auto vor, das nächste folgt wieder auf den freigewordenen Platz usw. Während alle Autos vorrücken, wandert die Lücke nach hinten. Man unterscheidet daher im Halbleiterkristall eine Elektronenleitung und eine Löcherleitung. Um die Leitfähigkeit zu erhöhen, werden die Halbleiterwerkstoffe dotiert. Werden einem Halbleiterkristall Atome zugeführt, die auf ihrer äußersten Elektronenschale ein Elektron mehr haben, entstehen überschüssige negative Ladungsträger. Es bleiben freie Elektronen übrig. Der Halbleiter ist negativ dotiert (N-Leiter).

Werden Atome zugeführt, deren äußerste Elektronenschale mit weniger Elektronen besetzt ist, fehlen negative Ladungsträger. Es entstehen Löcher. Der Halbleiter ist positiv dotiert (P-Leiter).

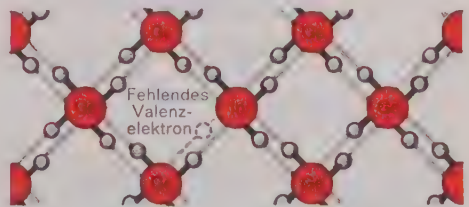
Da die Leitung durch Störstellen erhöht wurde, nennt man diese Leitung Störstellenleitung.

N-Dotierung



Das Arsenatom (As) hat 5 Elektronen auf der äußersten Schale

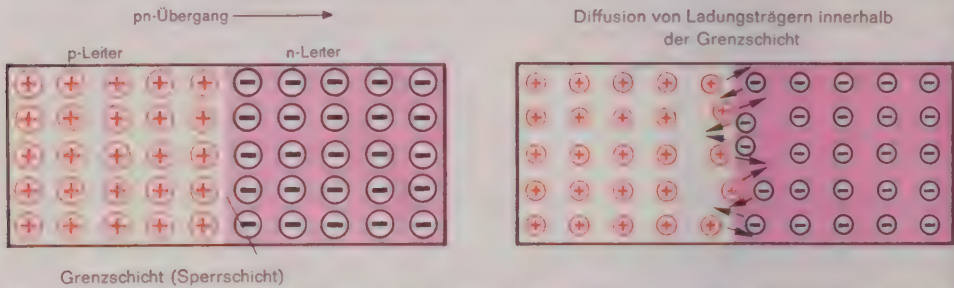
P-Dotierung



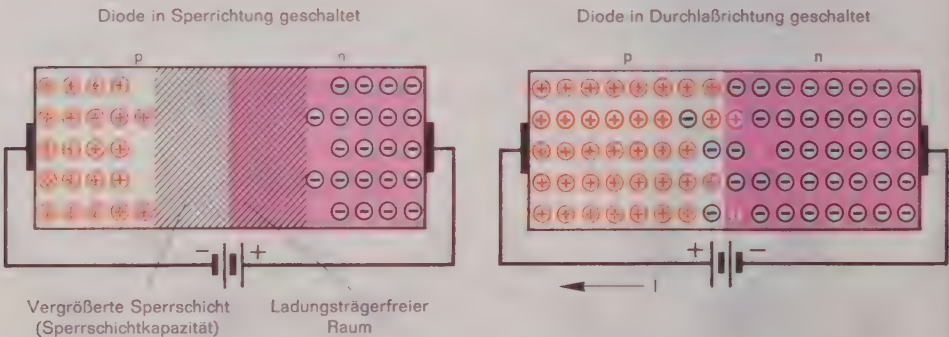
Das Indiumatom (In) hat 3 Elektronen auf der äußersten Schale

Halbleiterdioden

Grenzen ein p-Leiter und ein n-Leiter aneinander, bildet sich eine Grenzschicht, ein pn-Übergang. In diese Grenzschicht treten negative Ladungsträger (Elektronen) vom n-Leiter und positive Ladungsträger (Löcher) vom p-Leiter. Dabei finden Rekombinationen (Wiedervereinigung von positiven und negativen Ladungsträgern) statt. Man spricht auch von einer Diffusion (Vermischung, Durchdringung) der Ladungsträger. Dadurch wird der Ladungstransport in der Grenzschicht gesperrt, da keine freien Ladungsträger mehr vorhanden sind. Es entsteht eine Sperrschicht. Die Breite dieser Sperrschicht hängt von der angelegten Spannung ab. Legt man nämlich den n-Leiter an den Pluspol der Spannungsquelle und den p-Leiter an den negativen Pol (Schaltung der Diode in Sperrrichtung), wandern die Elektronen zum Pluspol und die Löcher zum Minuspol. Dadurch wird aber die Sperrschicht immer breiter. Durch diese ladungsfreie Schicht werden außerdem zwei gutleitende Bereiche getrennt, so daß die Sperrschicht einen Kondensator bildet. Seine Sperrschicht wird Sperrschichtkapazität genannt. Diese Kapazität ändert sich ebenfalls mit der angelegten Spannung. Sie wird mit größer werdender Spannung, also mit größer werdender Sperrschichtbreite, immer kleiner. Diese Spannungsabhängigkeit der Kapazität wird bei der Herstellung von Kapazitätsdioden verwendet. Sie werden zur elektronischen Abstimmung in Rundfunk- und Fernsehempfängern benutzt. In dieser Schaltung ist der Widerstand der Sperrschicht groß. Er kann 400 K Ω bis einige M Ω betragen. Dadurch ist der Sperrstrom sehr klein.



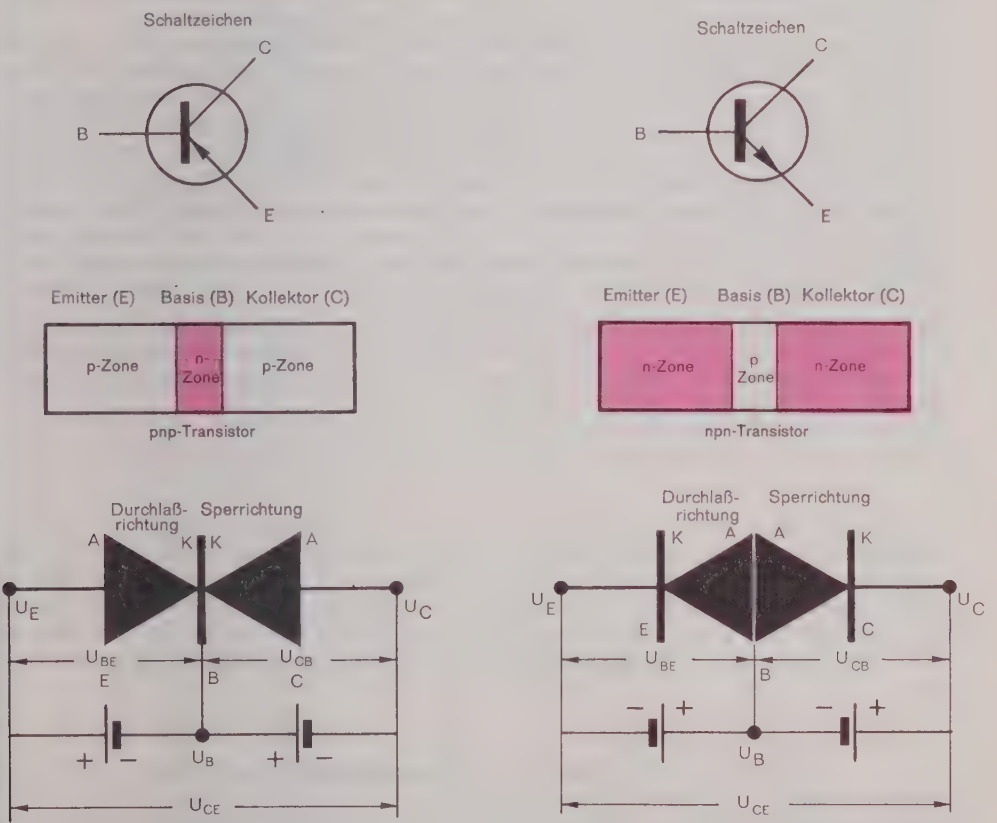
Legt man jedoch den p-Leiter an den Pluspol einer Spannungsquelle und den n-Leiter an den Minuspol, so spricht man von einer Schaltung der Diode in Durchlaßrichtung. Dabei ist der Durchlaßwiderstand sehr klein (einige Ω bis einige hundert Ω) und der Durchlaßstrom entsprechend hoch.



Jede Halbleiterdiode wird durch einen solchen pn-Übergang dargestellt. Sie wirkt (je nach Art der Schaltung) wie ein Ventil und kann daher auch als Gleichrichter verwendet werden. Bei den Halbleiterdioden sind die Bezeichnungen der Anschlüsse von den Röhrendioden übernommen worden. So ist die p-Schicht die Anode und die n-Schicht die Kathode.

Transistoren

Unter den Transistoren unterscheidet man pnp-Transistoren und npn-Transistoren. Bei pnp-Transistoren sind die beiden äußeren Schichten p-Leiter. Die innere Schicht ist ein n-Leiter. Beim npn-Transistor ist es umgekehrt. Transistoren besitzen demnach zwei pn-Übergänge. Das bedeutet, daß sie aus zwei gegeneinandergeschalteten Dioden bestehen. Andererseits ist der Transistor mit einer Röhrentriode zu vergleichen. Die Kathode der Triode wird beim Transistor Emitter genannt. Das Steuergitter ist die Basis. Die Anode wird beim Transistor Kollektor genannt.



In einem Transistor fließt jedoch nur dann ein Strom, wenn die Basis-Emitter-Strecke in Durchlaßrichtung und die Basis-Kollektor-Strecke in Sperrichtung geschaltet ist. Ist die Basis eines Transistors nicht angeschlossen, fließt kein Strom. Fließt jedoch über die Basis Strom, wird die in Sperrichtung geschaltete Basis-Kollektor-Strecke leitend, und es fließt ein Kollektorstrom. Der Transistor wirkt also wie ein steuerbarer Widerstand. Da der Kollektorstrom durch den Basisstrom gesteuert wird, wird bei der Steuerung eines Transistors elektrische Leistung benötigt. Um einen pnp-Transistor betreiben zu können, muß der Emitter gegenüber dem Kollektor positiv gepolt sein. Die Basisspannung muß ebenfalls gegenüber der Emitterspannung negativ sein. Beim npn-Transistor ist die Polung umgekehrt.

Gefahren des elektrischen Stromes

Der menschliche Körper ist ein verhältnismaßig guter Leiter. Sein elektrischer Widerstand ist sehr verschieden. Je nachdem ob die Haut trocken oder feucht, fettig oder schweißig ist, leitet sie den Strom mehr oder weniger. Berührt der Mensch nur einen stromführenden Leiter, so besteht, wenn die Isolierung gut ist, keine Gefahr. Bildet er dagegen eine Verbindung zwischen zwei Leitern, ist er Bestandteil eines Stromkreises und dadurch gefährdet. Für die Größe der Gefahr oder eines Unfalls durch den elektrischen Strom ist dessen Stärke entscheidend. Außerdem sind die Dauer der Stromeinwirkung, der Stromweg und die Stromart von Bedeutung. Besonders gefährlich sind Netzwechselströme über 50 mA (0,05 A), wenn sie länger als $\frac{1}{10}$ Sekunde wirken und wenn ihr Weg über das Herz führt. Andererseits sind bereits Spannungen über 65 Volt lebensgefährlich. Bei Kinderspielzeug sind daher nur Spannungen bis zu 24 V zulässig.

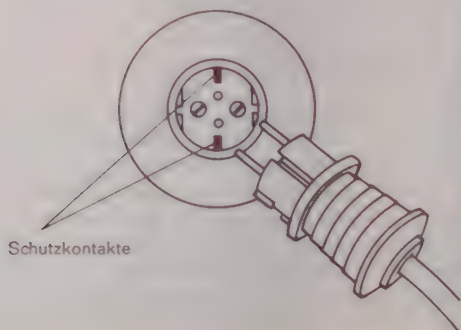
Ebenso ist es gefährlich, einen Leiter zu berühren, der Spannung gegen Erde führt, oder zwei Teile zu berühren, die gegeneinander Spannung führen. Die Gefahr ist besonders groß, wenn Arbeiten an einer Anlage ausgeführt werden, die unter Spannung steht. Aus diesem Grunde ist es verboten, Arbeiten an Teilen auszuführen, die unter Spannung gegen Erde stehen.

In unseren Wohnungen ist meist einer der beiden Leitungsdrähte mit der Erde verbunden. Zwischen ihm und der Erde kann daher keine Spannung mehr bestehen. Man bezeichnet diesen Leiter auch als Nulleiter. In anderen Fällen benutzt man sogenannte Schuko-Steckdosen und Schuko-Stecker (Schutzkontaktstecker). In diesen Bauteilen befindet sich neben den stromführenden Leitungen noch eine Erdleitung. Diese führt über zwei federnde Metallstreifen, die an den Schuko-Bauteilen zu erkennen sind. Dadurch ist jedes Gerät bzw. jede metallische Gerätewand direkt mit der Erde verbunden. Eventuelle Berührungen eines stromführenden Leiters mit einem auf Erdpotential liegenden Teil führen zu einem Kurzschluß, der die Sicherung sofort zum Ansprechen bringt. Bei beweglichen Leitungen (Verbindungskabel) darf nur die grünelbe Leitung als Schutzleitung verwendet werden.

VDE-Zeichen



Steckdose und Schuko-Stecker



ATOMPHYSIK

Das Rutherfordsche Atommodell

Einen ersten Einblick in den Bau von Atomen erhielt der englische Physiker Ernest Rutherford (1871–1937) durch seinen berühmten Streuversuch:

Er schoß einen Strahl von Heliumkernen (sogen. α -Teilchen) auf eine äußerst dünne Goldfolie. Die α -Strahlen könnten hier nun festgehalten, reflektiert oder durchgelassen werden. Rutherford untersuchte die Strahlen, nachdem sie auf die Goldfolie gestoßen waren, und stellte folgendes fest:

Fast alle α -Teilchen passierten nahezu ungehindert die Goldfolie, nur wenige wurden reflektiert. Rutherford zog aus seinem Versuch folgende Schlüsse:

1. Da die α -Teilchen die Goldatome nahezu ungehindert durchdringen können, müssen die Atome größtenteils *leer* sein.
2. Die reflektierten α -Teilchen müssen auf ein sehr massives Zentrum gestoßen sein. Das getroffene Zentrum muß äußerst klein sein, da dieses Auftreffen nur sehr selten festzustellen ist.
3. Aus dem starken Rückstoß, den die α -Teilchen erfahren, ist zu schließen, daß das Zentrum des Atoms – der sogen. **Atomkern** – positiv geladen ist.

Diese Beobachtungen veranlaßten Rutherford im Jahre 1911, ein Atommodell zu entwerfen. Nach ihm befindet sich im Zentrum des Atoms ein äußerst kleiner Atomkern, der positiv geladen ist. Die Anzahl der positiven Ladungen wird durch die Kernladungszahl beschrieben. Diese positive Ladung im Kern wird kompensiert durch Elektronen – nach außen ist das Atom selbst ja ungeladen –, die sich in einem großen Atomraum um den Kern aufhalten. Über die Anordnung der Elektronen in diesem Raum machte Rutherford keine Angaben.

Das Bohrsche Atommodell

Schon 1913 entwickelte der dänische Physiker Niels Bohr (1885–1962) die Vorstellung, daß das Atom aus einem positiv geladenen Atomkern und einer „Elektronenhülle“ besteht. Diese Elektronenhülle wird durch Elektronen gebildet, die sich auf Kreisbahnen um den Atomkern bewegen.

Die um den Kern kreisenden Elektronen müssen, da sie sich bewegen, Energie abstrahlen (elektrischer Dipol). Das würde bedeuten, daß sie nach einer bestimmten Zeit wegen des durch die Ausstrahlung bedingten Masseverlustes in den Kern stürzen müßten. Das bedeutet aber auch, daß sich die Umlauffrequenz bei Annäherung an den Kern vergrößern müßte. Das Atom müßte demnach ein kontinuierliches Lichtspektrum ausstrahlen. In Wirklichkeit werden aber nur ganz bestimmte Spektrallinien ganz bestimmter und für das jeweilige Element, dem das Atom angehört, charakteristischer Frequenz ausgestrahlt (s. Abb. S. 552). Um diese Tatsache erklären zu können, sind Voraussetzungen nötig, die von den Erfahrungen der klassischen Physik abweichen.



1000 Å

1000 Å

6000 Å

6000 Å

1000 Å

1000 Å

- Jedes Atom besitzt eine Anzahl von stationären Zuständen mit bestimmten Energieinhalten, in denen keine Strahlung auftritt. Eine Energieänderung innerhalb des Atoms kann nur durch Übergang von einem stationären Zustand in einen anderen erfolgen.
- Die Frequenz, die bei einem Übergang zwischen zwei stationären Zuständen 1 und 2 ausgestrahlt oder absorbiert wird, errechnet sich aus

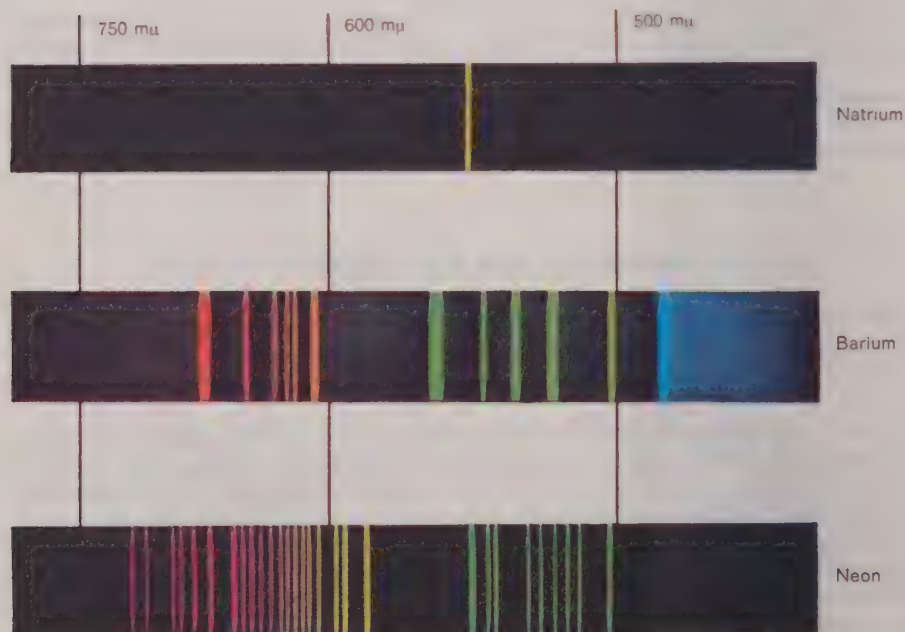
$$h \cdot \nu = E_1 - E_2$$

Darin ist h das Plancksche Wirkungsquantum $6.625 \cdot 10^{-27} \text{ erg} \cdot \text{s}$, ν die Frequenz und E_1 und E_2 die Energie der stationären Zustände.

Nach diesen Bohrschen Postulaten ist es möglich, daß sich die Elektronen auf Bahnen bewegen, auf denen sie keine Energie abstrahlen. Diese Bahnen liegen auf gedachten Kugelschalen. Je nach Art des Elements besitzt ein Atom eine bestimmte Anzahl solcher Schalen. Jede von ihnen kann nur eine bestimmte Anzahl Z von Elektronen aufnehmen. Sie läßt sich mit Hilfe der Beziehung

$$Z = 2n^2$$

errechnen, wenn n die Bahnzahl bedeutet. Die erste Schale mit $n = 1$ kann demnach 2 Elektronen aufnehmen, die zweite Schale mit $n = 2$ also $2 \cdot 2^2 = 2 \cdot 4 = 8$ Elektronen. Die Schalen selbst werden mit großen Buchstaben bezeichnet. Man beginnt mit K . Damit besitzt die K -Schale maximal 2, die L -Schale 8, die M -Schale 18 und die N -Schale 32 Elektronen.



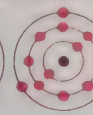
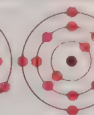
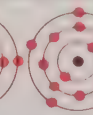
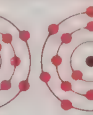
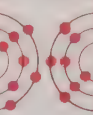
Das periodische System der Elemente

Wenn man die Elemente nach steigender Kernladungszahl anordnet, so erhält man ein System, in dem jedes Element eine große Ähnlichkeit mit dem Element besitzt, das 8 Plätze vor ihm steht. Die Entdecker dieses Systems – L. Meyer (1830–1895) und Dimitrij Mendelejew (1834–1907) – nannten es „Periodisches System der Elemente“.

Das Periodensystem besteht aus 7 Horizontalreihen, den sogen. Perioden, und 8 Vertikalspalten, die man als Gruppen bezeichnet. Die Elemente werden, vom leichtesten ausgehend, fortlaufend nummeriert; man erhält dadurch die Ordnungszahl des Elements. Sie stimmt mit der Kernladungszahl des Elements überein.

Den Elementen einer Periode ist gemeinsam, daß der Einbau der Elektronen hier stets in der gleichen Schale erfolgt; die Elemente der Gruppen sind durch *gleiche* Anzahl von Elektronen auf der äußersten Schale bei *verschiedener* Anzahl aufgefüllter Elektronenschalen gekennzeichnet. Die Gruppennummer gibt nun die Zahl der Elektronen auf der äußersten Schale an: die Elemente der 5. Gruppe besitzen 5, die der 7. Gruppe 7 Elektronen auf der äußeren Schale.

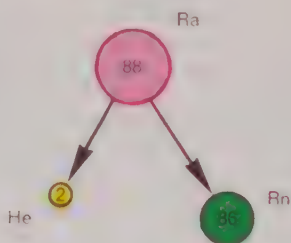
Die Elemente der 1. Gruppe des Periodensystems bezeichnet man als **Alkalimetalle**. Sie besitzen alle *ein* Elektron auf der äußersten Schale. Da dieses sehr leicht abgegeben werden kann, ist die Reaktionsfähigkeit dieser Metalle außerordentlich groß. Äußerst reaktionsträge dagegen sind die Elemente der 8. Gruppe des Periodensystems, die Edelgase. Von ihnen kennt man bisher nur wenige Verbindungen. Der Grund dafür ist darin zu suchen, daß sie mit 8 Elektronen ihre Elektronenschale voll besetzt haben. Das Element hat keine Tendenz, Elektronen abzugeben oder aufzunehmen. Man bezeichnet diese besonders stabile Elektronenanordnung oft als **Edelgaskonfiguration**. Chemische Reaktionen verlaufen darum häufig in der Weise, daß die reagierenden Teilchen versuchen, durch Elektronenabgabe bzw. Elektronenaufnahme die stabile Edelgasschale zu erreichen.

K-Schale  1 Wasserstoff	K-Schale 2 Elektronen $2 = 2 \cdot 1^2$	L-Schale 8 Elektronen $8 = 2 \cdot 2^2$	M-Schale 18 Elektronen $18 = 2 \cdot 3^2$	N-Schale 32 Elektronen $32 = 2 \cdot 4^2$	 2 Helium		
L-Schale  3 Lithium	 4 Beryllium	 5 Bor	 6 Kohlenstoff	 7 Stickstoff	 8 Sauerstoff	 9 Fluor	 10 Neon
M-Schale  11 Natrium	 12 Magnesium	 13 Aluminium	 14 Silicium	 15 Phosphor	 16 Schwefel	 17 Chlor	 18 Argon

Die Radioaktivität

Elemente, deren Atome ohne äußere Energiezufuhr strahlen, werden als radioaktiv bezeichnet. Solche radioaktiven Elemente sind vor allem die schweren Elemente Uran, Aktinium und Thorium mit ihren Folgeprodukten. Eine natürliche Radioaktivität ist außerdem nur noch bei Kalium, Rubidium, Samarium und Cassiopeium zu beobachten. Es ist jedoch möglich, durch Atomumwandlung andere Elemente künstlich radioaktiv zu machen. Bei der natürlichen Radioaktivität werden α -, β - und γ -Strahlen ausgesandt. α -Strahlen sind Heliumkerne. Sie besitzen zwei positive Elementarladungen. β -Strahlen sind negative Elektronen. Die γ -Strahlen sind sehr kurzwellige Röntgenstrahlen. Da die Kernladungen den Charakter des chemischen Elements bestimmen,

men und außerdem Kernladungszahl und Ordnungszahl übereinstimmen, entsteht bei einer Ausstrahlung von α -Teilchen ein Element mit einer Ordnungszahl, die um zwei Stellen kleiner ist als die ursprüngliche. Beim β -Zerfall erhöht sich die Zahl der positiven Kernladungen, so daß das Element eine um eine Stelle höhere Ordnungszahl erhält. So entsteht beim Zerfall des Radiums mit der Ordnungszahl 88 unter Ausstrahlung von α -Teilchen das Edelgas Radon mit der Ordnungszahl 86.



Nachweis der Elementarteilchen

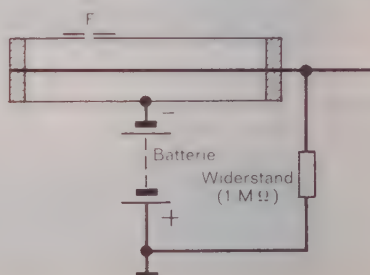
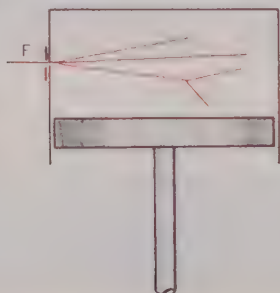
Um α - und β -Teilchen nachzuweisen, läßt man sie durch Gase hindurchtreten. Dort lösen sie aus den vielen Gasatomen, die sie durchqueren, Elektronen aus und erzeugen Ionen. Das Verhalten dieser Ionen kann zum Nachweis der ionisierenden Strahlungsteilchen benutzt werden.

Die Wilsonsche Nebelkammer

Einem sich in einer zylindrischen Kammer befindlichen Gas wird bis zur Sättigung Wasserdampf zugeleitet. Durch Volumenvergrößerung auf $\frac{4}{3}$ des ursprünglichen Volumens kühlt sich das Gas ab und ist jetzt mit Wasserdampf übersättigt. Der Wasserdampf scheidet sich aber erst dann als kleine Nebeltröpfchen ab, wenn Kondensationskerne vorhanden sind. Werden solche beim Hindurchfliegen der α -Teilchen durch Ionisation der Gasmoleküle erzeugt, kann an ihnen der Wasserdampf kondensieren. Die Bahn jedes Teilchens wird dann als Kondensstreifen sichtbar. Durch Photographieren lassen sich diese Bahnen festhalten.

Das Geiger-Müller-Zählrohr

Das Geiger-Müller-Zählrohr besteht aus einem zylindrischen Gefäß, das mit einem Gas von geringem Druck gefüllt ist. In der Mitte befindet sich ein dünner Draht. Zwischen Gehäuse und Draht wird eine so hohe Spannung gelegt, daß gerade noch keine Entladung erfolgt. Tritt nun von außen ein Strahlungsteilchen ein, verursachen die durch Zusammenstoß entstandenen



Ionen einen Entladungsprozeß, so daß für kurze Zeit ein Entladungsstrom fließt. Dieser kann verstärkt und einem Zählwerk zugeleitet werden. Da nun jedes in das Zählrohr gelangende Teilchen eine solche Entladung auslöst, kann man mit diesem Gerät die Stärke der radioaktiven Strahlung bestimmen.

Das Proportionalzählrohr

Wird die Spannung am Zählrohr niedriger gehalten, so ist der jeweils gemessene Stromstoß der Menge der erzeugten Ionen proportional. Man kann auf diese Weise auf die Natur der ionisierenden Strahlungsteilchen schließen.

Der Szintillationszähler

Fallen Strahlungsteilchen (α -Teilchen) auf Zinksulfid- oder Natriumjodid-Kristalle, wird ihre gesamte kinetische Energie in Licht umgewandelt. Mit Hilfe hochempfindlicher Photozellen (Sekundärelektronenvervielfacher) können solche Energieumwandlungen nachgewiesen und gezählt werden.

Eigenschaften der α - und β -Teilchen

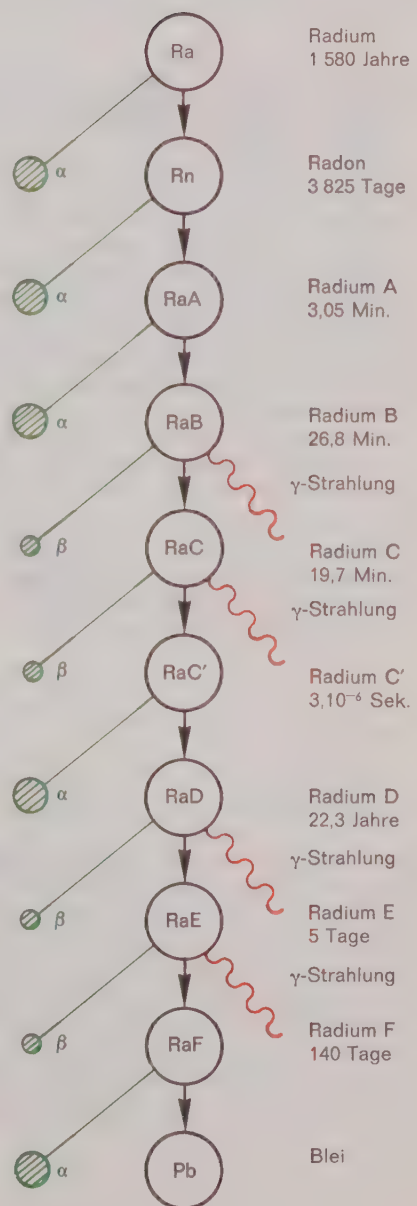
Die von einem radioaktiven Element ausgesandten α -Teilchen besitzen gleiche Geschwindigkeit oder gehören zu einer Gruppe von Teilchen gleicher Geschwindigkeit. Eine davon überragt alle anderen an Intensität. Das bedeutet, daß das Geschwindigkeitsspektrum (Geschwindigkeitsverteilung) der α -Teilchen ein Linienspektrum ist. Es ist für das betreffende Element charakteristisch.

Das Geschwindigkeitsspektrum der β -Teilchen ist dagegen kontinuierlich, da alle Geschwindigkeiten von ganz geringen bis zu einer maximalen und für das zerfallene Atom charakteristischen vorkommen können.

Gesetz des radioaktiven Zerfalls

Jedes radioaktive Element besitzt eine charakteristische Halbwertszeit und eine Zerfalls-

*Zerfallsreihe des Radiums
mit Halbwertszeiten*



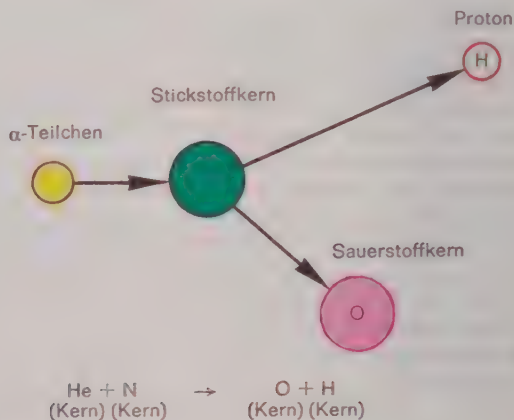
konstante. Sind diese Größen bekannt, kann ein radioaktives Element eindeutig beschrieben werden. Die Halbwertszeit t_H , in der die Zahl der anfangs vorhandenen Atome durch Zerfall um die Hälfte abgenommen hat, beträgt

$$t_H = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}$$

Hierin ist λ die Zerfallskonstante. Die Zeit τ , in der die Zahl der Atome auf $1/e$ gesunken ist, nennt man mittlere Lebensdauer. Es gilt außerdem $\tau = 1/\lambda$.

Künstliche Radioaktivität

α -Teilchen können nur dann von einem Kern eingefangen werden, wenn sie sehr nahe an ihn heranfliegen können. Das ist um so leichter, je größer ihre Energie und je kleiner die Kernladung ist (Gleichnamige Ladungen stoßen sich ab.) Nach dem Einfangen der Heliumkerne bleibt der getroffene Atomkern im allgemeinen jedoch nicht stabil, sondern zerfällt in Bruchstücke. Einen solchen Vorgang bezeichnet man als Kernumwandlung. Durch α -Teilchen lassen sich nur wenige Elemente mit kleinen Atomgewichten umwandeln, da die α -Teilchen in den starken Feldern schwerer Atome nicht bis zum Kern gelangen können. Zur Kernumwandlung kann man auch Protonen verwenden. Protonen sind Wasserstoffkerne. Sie werden mit p bezeichnet. Noch besser eignen sich Neutronen (gekennzeichnet mit n). Dies sind ungeladene Elementarteilchen von der gleichen Masse eines Protons. Da die Neutronen keine Ladung besitzen, wird zwischen ihnen und dem positiv geladenen Kern auch keine Abstoßungskraft wirksam. Hierauf ist das ungeheure Durchdringungsvermögen dieser Teilchen zurückzuführen. Neutronen und Protonen werden als verschiedene Zustände eines schweren Elementarteilchens, des Nukleons, angesehen, das als geladenes Proton oder als neutrales Neutron auftreten kann. Ein Übergang von einem Zustand in den anderen erfolgt beim β -Zerfall. Gibt nämlich ein Neutron eine negative Ladung ab, wird es zum Proton. Dabei wird jedoch noch ein Neutrino frei. Letzteres ist ein Elementarteilchen ohne Ladung und mit einer Masse, die, wenn sie von Null verschieden ist, sehr viel kleiner als die eines Elektrons ist.



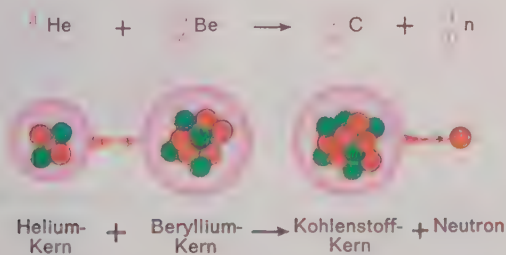
Der Aufbau der Atomkerne

Mit Ausnahme des Wasserstoffkerns bestehen alle Atomkerne aus Protonen und Neutronen. Beide besitzen die gleiche Masse 1. Da nun die Zahl der Protonen gleich der Ordnungszahl Z ist, errechnet sich die Anzahl N der Neutronen aus der Differenz der Kernmasse A und der Ordnungszahl Z . Es ist

$$N = A - Z.$$



Die Atomkerne selbst werden durch die in der Chemie gebräuchlichen Symbole dargestellt. Dabei steht links oben die Massenzahl und links unten die Kernladungszahl. Mit Hilfe dieser Symbole und Zahlen können Kernumwandlungen in Form übersichtlicher Gleichungen beschrieben werden. So entsteht z. B. beim Beschuß von Beryllium durch α -Teilchen Kohlenstoff und ein Neutron. Es ergibt sich



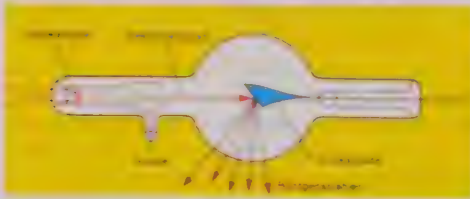
In dieser Gleichung muß die Summe der Massen auf der linken Seite gleich der Summe der Massen auf der rechten Seite sein. Außerdem müssen die Summen der beteiligten Ladungen auf der rechten und linken Seite übereinstimmen.

Isotope sind verschiedene Atome eines Elements, die zwar die gleichen Kernladungen, aber verschiedene Massen, also eine unterschiedliche Anzahl von Neutronen besitzen. So tritt neben dem Sauerstoffatom mit der Massenzahl 16 auch eines mit der Massenzahl 17 auf. Beide unterscheiden sich in ihrem chemischen Verhalten überhaupt nicht, da dafür nur die Zahl der Elektronen verantwortlich ist, die wiederum von der Zahl der Ladungen im Kern abhängt. Diese ist aber bei den genannten Atomen gleich. Ähnlich besteht der Wasserstoff aus drei Isotopen. Es sind dies der natürliche Wasserstoff ${}^1_1\text{H}$, die schweren Wasserstoffe ${}^2_1\text{D}$ (Deuterium) und ${}^3_1\text{T}$ (Tritium). Die im periodischen System der Elemente angegebenen Atomgewichte sind demnach Durchschnittswerte. Diese errechnen sich aus dem prozentualen Anteil der verschiedenen Isotope an der Gesamtmenge des Elements. Dabei sind die Durchschnittsgewichte der natürlichen Elemente unveränderlich.

Röntgenstrahlen

Beim Durchgang von Elektronen durch Materie entstehen Röntgenstrahlen. Treffen genügend hochbeschleunigte Elektronen in einer Röntgenröhre auf die Antikathode, so verlieren die meisten ihre Energie beim Eintritt in das Antikathodenmaterial und bewirken eine Erwärmung. Andere werden während des Durchgangs gebremst und geben ihre gesamte Energie oder einen sehr großen Teil als elektromagnetische Strahlung, der Röntgenbremsstrahlung, ab. Die Energie der Elektronen kann aber auch zur Anregung von Atomen des Antikathodenmaterials verbraucht und später von diesen als charakteristische Röntgenstrahlung ausgestrahlt werden.

Der als Röntgenbremsstrahlung bezeichneten Strahlung entspricht ein kontinuierliches Spektrum, das nach der kurzwelligen Seite hin scharf abfällt. Diesem ist jedoch bei genügend hoher Brennspannung der Röhre ein Linienspektrum überlagert, das für das jeweilige Antikathodenmaterial charakteristisch ist.

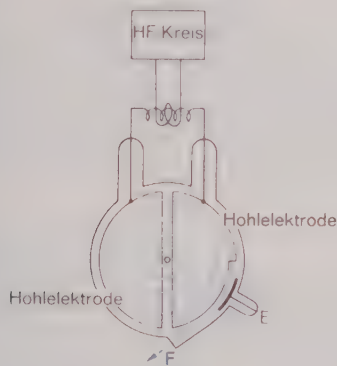


Röntgenbild einer Hand

Werden nun von einer Strahlung in 1 cm^3 Luft im Normalzustand so viele Ionen erzeugt, daß die Gesamtladung 1 *elektrostatische CGS-Einheit* beträgt, ist die aufgenommene Röntgenstrahlenergie 1 Röntgen [r]. Eine regelmäßig zugeführte Dosis von mehr als $0,05 \text{ r}$ am Tag führt zu Strahlungsschäden. Eine vom ganzen Körper kurzzeitig empfangene Dosis von 500 r wirkt tödlich. Die Röntgenstrahlen selbst können wie das Licht von elektrischen und magnetischen Feldern nicht abgelenkt werden. Sie durchdringen Materie in teilweise erheblicher Dicke. Weiter besitzen sie die Eigenschaft, für Licht undurchlässige Stoffe zu durchdringen. Hierbei lassen die verschiedenen Stoffe jedoch eine unterschiedliche Durchdringung zu: Metallteile absorbieren die Strahlung stärker als Holzstücke gleicher Dicke, Knochen stärker als Muskeln. Hierauf beruht die Verwendung dieser Strahlung für die Durchleuchtung des menschlichen Körpers: die vom Körper durchgelassene Strahlung ruft auf einem Leuchtschirm Fluoreszenzeffekte hervor, so daß Teile starker Absorption dunkler erscheinen. Ersetzt man den Leuchtschirm durch eine photographische Platte, so erhält man nach der Entwicklung und Fixierung ein negatives Bild der vorher auf dem Schirm sichtbaren Erscheinung.

Das Zyklotron

Um Protonen, Neutronen oder α -Teilchen sehr hohe Energien zu verleihen, muß man sie wiederholt beschleunigen. Dieses Prinzip wird beim Zyklotron angewendet. Zwischen den Polschuhen eines großen Elektromagneten befinden sich zwei kreisförmige Hohlelektroden, die durch einen schmalen Spalt voneinander getrennt sind. In der Mitte dieses Spaltes befindet sich die Ionenquelle. Die beiden Hohlelektroden sind an einen Hochfrequenzschwingkreis angeschlossen, dessen Frequenz so gewählt wird, daß ein Ion, das beim Scheitelwert der Hochfrequenzspannung $\hat{U}$ durch den Spalt tritt, eine Erhöhung der Energie von $e_0 \hat{U}$ erfährt. Nach Durchfliegen der einen Elektrode gelangt es wieder in den Spalt, wenn der Scheitelwert $\hat{U}$ der Spannung erreicht ist, jetzt jedoch mit umgekehrtem Vorzeichen. Es erfährt wieder eine Energievermehrung. Das bedeutet, daß das Ion auf seiner Kreisbewegung im Magnetfeld immer dann den Spalt erreicht, wenn es durch die Spannung richtig beschleunigt wird. Dadurch werden die Halbkreise immer größer und fügen sich zu einer Spirale zusammen, bis das Ion den Rand der Elektrode erreicht, wo es mit Hilfe eines elektrischen Feldes durch ein Fenster abgelenkt werden kann.



Das Synchrotron

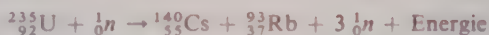
Protonen mit noch höheren Geschwindigkeiten können mit einem Synchrotron erzeugt werden. Ein Generator liefert elektrische Energie, durch die die Protonen bereits linear beschleunigt werden, bevor sie in den Kreis des Hauptbeschleunigers treten. Durch starke Magnetfelder wird der Protonenstrahl auf einer Kreisbahn innerhalb des Beschleunigers gehalten. Durch synchronisierte elektrische Impulse werden die Protonen wiederholt beschleunigt, bis sie auf das für sie bestimmte Ziel treffen.

Der Linearbeschleuniger

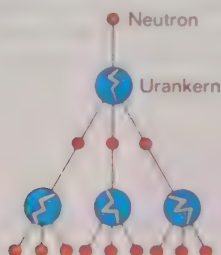
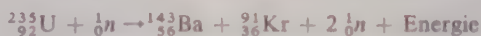
Neuerdings werden auch Linearbeschleuniger gebaut, bei denen die Teilchen auf gerader Bahn abwechselnd elektrische Felder und feldfreie Strecken durchlaufen. Dies geschieht in der Weise, daß sie sich während der einen Halbperiode eines hochfrequenten Wechselfeldes im Feld bewegen, während der anderen den feldfreien Raum passieren, so daß sie im Feld stets gleichsinnig beschleunigt werden. Der Linearbeschleuniger an der Universität Stanford ist über 3 km lang.

Kernspaltung (Atomreaktor)

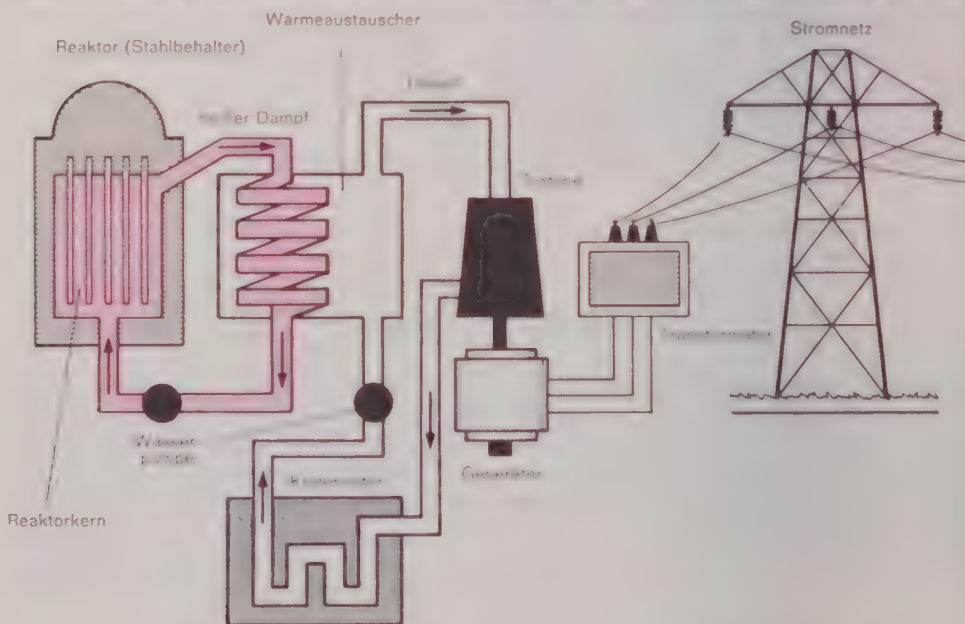
Eine Kernspaltung unterscheidet sich von einer Kernreaktion beim radioaktiven Zerfall dadurch, daß der Kern wirklich auseinanderbricht. Bei der Spaltung des Uran-235-Kerns werden durchschnittlich 2 bis 3 sehr schnelle Neutronen frei:



oder



Treffen diese Neutronen auf weitere Kerne, kommt es zu neuen Spaltungen, so daß wieder 2 bis 3 Neutronen auftreten, die wieder auf andere Kerne treffen können usw. Dieser Vorgang wird Kettenreaktion genannt. Diese Kettenreaktion macht nun die technische Ausnutzung der Atom-



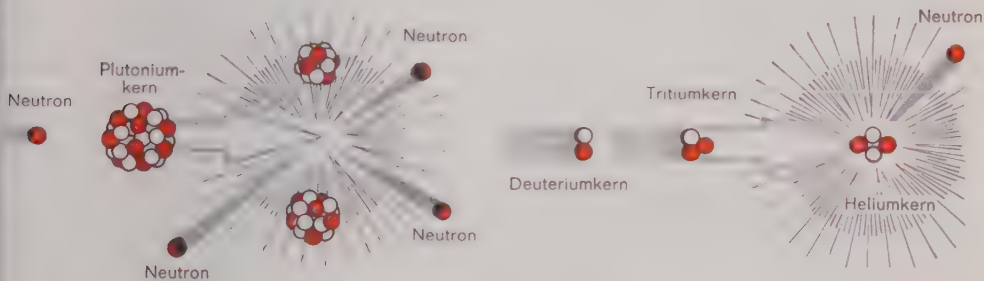
Durch die Vorgänge im Innern des Reaktors wird Wasser unter hohem Druck auf etwa 290° erwärmt. In einem Wärmeaustauscher gibt dieses Wasser seine Wärme an einen zweiten Wasserkreislauf ab. Hier bildet sich Dampf, mit dem eine Turbine getrieben wird. Diese treibt wiederum einen Generator, der Strom erzeugt. Der Dampf gelangt, nachdem er die Turbine passiert hat, in einen Kondensator. Hier verwandelt er sich wieder zu Wasser. Dieses Wasser gelangt in den Wärmeaustauscher. Das Wasser aus dem Reaktor wird auch wieder zurückgepumpt und erneut erhitzt.

energie möglich. Sie findet in jedem Reaktor statt. Im Reaktor werden die bei den Kernspaltungen auftretenden schnellen Neutronen abgebremst, damit sie für weitere Spaltungen günstigere Geschwindigkeiten erhalten. Die Bremsung selbst geschieht mit Hilfe von sogen. Moderatoren (Bremsmaterialien). Als Bremsmaterial eignen sich besonders schwerer Wasserstoff, Beryllium, Graphit und Paraffin. Das Abbremsen der Neutronen erfolgt durch Zusammenstoß mit den Molekülen der Bremssubstanzen.

Die im Reaktor ablaufende Kettenreaktion muß nun so gesteuert werden, daß sie gleichmäßig und kontrollierbar verläuft. Zur Steuerung selbst benötigt man ein Material, das Neutronen einfängt. Hierzu eignet sich Kadmium besonders gut. Man kann nämlich durch Einschieben von Kadmiumstäben in den Reaktor die Anzahl der Neutronen verringern. Das hat zur Folge, daß die Kettenreaktion langsamer verläuft. Die als Wärme freiwerdende Atomenergie (Spaltungsenergie) wird von einem Kühlmittel, das den Reaktor umgibt, aufgenommen und nach draußen abgeleitet.

Die Atombombe

Die Explosion einer Atombombe wird durch Kernspaltung hervorgerufen. Der Kern eines spaltbaren Materials, z. B. Plutonium, wird von einem Neutron getroffen und teilt sich in zwei kleinere Kerne. Dabei werden Energie und mehrere neue Neutronen frei. Ist nun ausreichend Plutonium für die „kritische Masse“ vorhanden, treffen die neu freigewordenen Neutronen auf genügend andere Plutoniumkerne und lösen eine spontane Kettenreaktion aus.



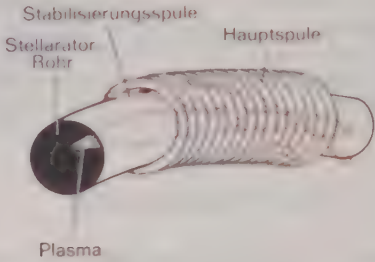
Die Wasserstoffbombe (H-Bombe)

In einer H-Bombe verschmelzen zwei Kerne. Als Kerne verwendet man Deuterium und Tritium. Dies sind zwei Isotope des Wasserstoffs. Werden beide Kerne zur Vereinigung gebracht, entstehen ein Heliumkern, ein Neutron und mehr Energie als bei irgendeiner anderen Reaktion ähnlicher Art. Die H-Bombe selbst besteht aus einem Kern aus Lithiumhydrid, der Quelle für Deuterium und Tritium, und wird durch kleine atomare Sprengvorrichtungen ausgelöst. Die Hülle der Bombe besteht aus Uran 238 und explodiert durch Kernspaltung.

Kernverschmelzung

Eine Kernverschmelzung tritt ein, wenn sich zwei Atomkerne zu einem neuen vereinigen. Beim Deuterium, dem schweren Wasserstoff, setzen die verschmelzenden Kerne riesige Energiemengen frei. Um eine solche Kernverschmelzung einzuleiten, muß das Deuterium eine Sekunde lang eine Temperatur von 100 Millionen Grad besitzen. Da es keine Stoffe gibt, die solche Temperaturen aushalten, versucht man in der Forschung eine magnetische Hülle für die verschmelzenden

Atome zu errichten. Gelingt es, solche Verschmelzungen zu erreichen, kann das Deuterium der Weltmeere an Energie die gesamten Kohle- und Ölvorräte milliardenfach übertreffen. Für Versuche, Kernverschmelzungen einzuleiten, werden Sternengeneratoren verwendet. Das sind sogenannte C-Stellaratoren. Der größte C-Stellarator befindet sich in Princeton in New Jersey. Es ist zur Zeit die größte Kernverschmelzungsanlage der Welt. Man hofft, im Innern fließende freie Deuteriumionen (Plasma) durch hohe Temperaturen zur Kernverschmelzung zu bringen.



Die Hauptspule liefert hauptsächlich das Magnetfeld für die Einschnürung des Plasmas. Die Stabilisierungsspule erzeugt ein Feld, das die Atome des Stellarator-Rohres daran hindern soll, sich mit dem Plasma freien Atomkernen und Elektronen, zu vermischen.

ENERGIE

Energie und Energieumwandlung

Mechanische Energie

Die mechanische Energie ist die Energie der Bewegung. Sie ist die Energie aller sich bewegenden Körper. So besitzen die Kolben einer Dampfmaschine oder eines Dieselmotors mechanische Energie. Sie macht sich dadurch bemerkbar, daß sie Räder in Bewegung setzt. Aber auch ein geworfener Stein besitzt diese Energie. Diese wenigen Beispiele beschreiben jedoch nur einen Teil der mechanischen Energie, die kinetische Energie oder die Bewegungsenergie.

Es gibt aber auch noch eine zweite Form der mechanischen Energie, die potentielle Energie oder die Energie der Lage. Das bedeutet, daß diese Energie von der Lage des Körpers abhängig ist. Der Rammbock einer Dampfmaschine besitzt, wenn er sich nach unten bewegt, kinetische Energie, die z. B. einen Pfahl bei jedem Auftreffen ein Stück weiter in die Erde treibt. Wird der Rammbock jedoch am oberen Ende festgehalten, so besitzt er nur noch potentielle Energie, d. h. er hat in diesem Augenblick einen bestimmten Teil mechanischer Energie gespeichert. Würde man nämlich die Haltevorrichtung lösen, so würde er wieder, kinetische Energie gewinnend, auf den Pfahl fallen und diesen ein Stück weiter in die Erde treiben.

Beide Energieformen, die kinetische Energie und die potentielle Energie, lassen sich demnach ineinander überführen. Dabei bleibt ihre Summe stets erhalten. Fällt nämlich der Rammbock, der aufgrund seiner Lage auf einer bestimmten Höhe einen ganz bestimmten Betrag an potentieller Energie besaß, herunter, so nimmt die kinetische Energie in dem gleichen Maße zu, wie die potentielle Energie abnimmt.

Ein anderes Beispiel ist der Sambesi in Afrika. In einer Minute stürzen aus einer Höhe von 110 Metern etwa 100 Millionen Liter Wasser über die Victoriafälle in die Tiefe. Bei dieser Fallhöhe leistet der Fluß etwa 2 Millionen PS.

Wärme

Die Wärme ist eine weitere Form der Energie. Wird Dampf in die Zylinder einer Dampfmaschine geleitet, bewegt er die Kolben innerhalb der Zylinder. Treibende Kraft ist die Wärme, die in dem Dampf enthalten ist. Die Kraft der sich in einem Benzinmotor bei der Zündung ausdehnenden Gase treibt in gleicher Weise die Kolben der Zylinder. Die Wärme besitzt demnach Energie, die in Bewegung umgewandelt werden kann.

Wie eine Wärmekraftmaschine verhält sich die Atmosphäre unserer Erde. Da die Sonneneinstrahlung am Äquator stärker ist als an den Polen, steigt die warme Luft auf und wird durch nachfließende Polarluft ersetzt. Dadurch entstehen Winde unterschiedlicher Stärke. Diese nie abnehmende Energiequelle ist stets von den Menschen ausgenutzt worden. Waren es einst die Segelschiffe, die die Kraft des Windes benötigen, so sind es heute die modernen Flugzeuge, die in etwa 10000 m Höhe die Höhenwinde, die mit einer gleichmäßigen Geschwindigkeit von etwa 300 km/h wehen, ausnützen. Aber unsere Erde selbst gibt riesige Wärmemengen frei. Schon in

etwa 60 km Tiefe beginnt eine Schicht aus Gasen und flüssigem Gestein (Magma). Hier brodeln es bei Temperaturen bis zu 1800 °C. Von Zeit zu Zeit dringt die entstandene Wärme an die Erdoberfläche. Vulkane treten in Tätigkeit und befördern glühende Lava an die Erdoberfläche. In anderen Gegenden erhitzen heiße Gase das Grundwasser so stark, daß es in Geisern emporschießt.

Licht

Auch das Licht ist eine Form von Energie. Diese Strahlungsenergie ist die kleinste wahrnehmbare Energieform, obwohl ihre Wirkung gewaltig ist. Sie flutet von der Sonne und von anderen Sternen und Gestirnen durch den Weltraum, trifft auf unsere Erde und ist schließlich Quelle allen Lebens auf unserem Planeten.

Chemische Energie

Auch die chemische Energie ist eine Form der Energie. Sie ist in unseren Nahrungsmitteln und in allen Brennstoffen, d. h. in ihren Molekülen, gebunden. Sie ist demnach Bestandteil der menschlichen Nahrung und kann andererseits, in Wärme umgewandelt, Motoren treiben und Öfen heizen.

Elektrische Energie

Die elektrische Energie ist in den Atomen der Materie enthalten. Von atomaren Ladungsträgern, den Elektronen, wird sie als elektrischer Strom transportiert. Dieser Strom kann wieder Arbeit leisten. Er besitzt Energie, um Motoren zu treiben. Mit seiner Energie rasen heute moderne E-Locks über die Schienen. Kräne, mit riesigen Elektromagneten ausgerüstet, heben gewaltige Lasten. Elektrische Energie erhellt unsere Wohnungen. Sie spendet Wärme und beeinflusst in vielerlei Weise unser tägliches Leben. Riesige Elektrizitätsmengen werden bei Gewittern frei. Je Sekunde wird die Erde von durchschnittlich 100 Blitzen getroffen. Eine einzelne Entladung kann mehr als 3000 Kilowatt erzeugen. Die Blitze, die hierbei entstehen, haben Längen von 300 bis fast 3000 Metern. Rund 75% ihrer elektrischen Energie werden dabei in Wärme umgesetzt, so daß während des Blitzes im Blitzkanal Temperaturen bis zu 15000 °C entstehen. Dabei dehnt sich die Luft so schnell aus wie Gase bei einer Explosion. Diese schnelle Luftausdehnung vernehmen wir als Donner.

Atom- und Kernenergie

Die letzte und neueste Form von Energie ist die nukleare Energie. Sie stammt aus dem Kern der Atome und ist demnach die Kraft, die die kleinsten Bauteile der Materie zusammenhält. Wird sie unkontrolliert frei, ist ihre Wirkung furchtbar (Atombombe, H-Bombe). Die Energie dieser Kerne läßt allein so viel mechanische und Wärmeenergie frei werden, daß alles Leben in weitem Umkreis vernichtet wird. Wird diese Energie jedoch gesteuert, kann sie für friedliche Zwecke nutzbar gemacht werden. Sie kann, in Wärme umgewandelt, mit Hilfe großer Turbinen Elektrizität erzeugen, die sich dann in bekannter Weise weiter verwenden läßt.

Als größtes Atomkraftwerk kann die Sonne angesehen werden. Sie wandelt Masse in Energie um. In jeder Sekunde werden 657 Millionen Tonnen Wasserstoff in 653 Millionen Tonnen Helium umgewandelt. Der Rest wird als Energie in den Weltraum gestrahlt. Davon erhält die Erde nur etwa einen zweimillionsten Teil.

Energieumwandlung

Jede dieser Energieformen kann in eine andere Form von Energie umgewandelt werden. Oft sind diese Umwandlungen sehr umständlich. Es ist z. B. fast unmöglich, Wärme direkt in Elektrizität umzuwandeln. Es ist aber möglich, mit Hilfe von Wärme Turbinen zu treiben. Mit deren mechanischer Energie können nun wieder Generatoren in Bewegung gesetzt werden, die elektrische Energie erzeugen.

Die Energie des Lichtes wird ebenfalls über Umwege in Elektrizität umgewandelt (Sonnenbatterien der Satelliten). Elektrische Energie und Wärme können umgekehrt in Licht umgewandelt werden. Die Photonen des Lichts können unter bestimmten Bedingungen Atome anregen. Andererseits können kleinste Elektrizitätsmengen (Elektronen) durch Stoß Atome veranlassen, Licht auszustrahlen. Obwohl die Strahlungsenergie des Lichtes in unbegrenzten Mengen auf die Erde gelangt, gibt es zur Zeit noch kein wirtschaftliches Verfahren, diese Energie nutzbar zu machen. Nur die Pflanzen sind in größerem Maßstab fähig, das Licht der Sonne zu verwenden.



Aufnahme einer Atombombenexplosion

CHEMIE

von Dr. Hans-Heinrich Vogt

Überblickt man die Entwicklung der Chemie im letzten Jahrhundert, so fällt einem besonders die immer stärker werdende theoretische Durchdringung innerhalb der Fachgebiete auf. Suchte man früher vor allem die Eigenschaften und Reaktionen der einzelnen Stoffe zu ergründen und zu registrieren, so fragt man heute mehr nach den Gesetzmäßigkeiten, die die Fülle der Einzeldaten zu ordnen und zu überblicken gestatten. Das spiegelt sich auch im Unterricht unserer Schulen. Man prägte das Schlagwort vom „exemplarischen Lernen“ und meint damit, daß sich allgemeine Erkenntnisse an einigen wenigen Beispielen erarbeiten lassen. Der Lehrende hofft dabei, die Bürde des Stoffballastes abwerfen und die Quintessenz der Chemie in reiner Form herauslaborieren zu können. Sicherlich ist eine Fülle an speziellem Wissen für das Verständnis der Chemie nicht unbedingte Voraussetzung, doch sollte man nicht in den Fehler verfallen, die Grundbegriffe an zu dürftigen Beispielen zu erläutern. Man gerät dann nämlich in Gefahr, das Gebäude der Theorien auf einem zu leichten Fundament zu errichten, und der Lernende vermißt mit Recht einen soliden sachlichen Unterbau seines Wissens. Kenntnisse vom Atombau sind sicherlich wichtig, doch es nützt wenig, wenn der Jünger der Chemie mit Haupt- und Nebenquantenzahlen jongliert, ohne die Eigenschaften des Sauerstoffs oder des Schwefels zu kennen.

Andererseits kann eine Zusammenstellung wie die vorliegende nicht an modernen Aspekten vorübergehen, die dem älteren Leser in seiner Schulzeit kaum begegnet sind. Er wird sich in Begriffe wie Redoxvorgänge, pH-Wert oder Kunststoffchemie erst einarbeiten müssen. Dies darf man aber um so eher verlangen, als diese Themen heute bereits in die Chemielehrbücher der Realschulen (nicht nur der Gymnasien) Eingang gefunden haben. Freilich verbietet die im gegebenen Rahmen notwendige Kürze eingehendere Information, und die Zuhilfenahme von Fachliteratur wird sich für Kapitel, die dem Leser neu sind, nicht vermeiden lassen.

Ich hoffe aber, daß die hier gebotene Chemie eine brauchbare Synthese zwischen älterem Schulwissen und moderner Theorie darstellt.

Inhaltsübersicht

ALLGEMEINE UND

ANORGANISCHE CHEMIE 569

Die Eigenschaften der Stoffe 569
Einteilung der Stoffe 570
Trennung von Stoffgemengen 570

Stoffumwandlungen 571
Zersetzung 571
Vereinigung (Synthese) 571
Umsetzung 571

Atome und Moleküle 571
Die Elemente 572
Verbindungen 575

Chemische Verbindungsgesetze 576

Oxidation und Sauerstoff 576
Die Kerzenflamme 577
Der Bunsenbrenner 577

Reduktion und Wasserstoff 578

Säuren, Laugen und Salze 579
Atombau und Radioaktivität 580
Atombau 580
Radioaktivität 582
Die natürlichen radioaktiven Zerfallsreihen 583
Uran-Zerfallsreihe 583

Die chemische Bindung 583
Heteropolare oder Ionen-Bindung 584
Homöopolare oder Atom-Bindung 584
Das Periodensystem der Elemente 585
Metallbindung 586

Ionenlehre 586
Das Verhalten einiger Indikatoren bei
verschiedenen pH-Bereichen 588

Redoxvorgänge und Spannungsreihe 588

Die Bedeutung des Periodensystems 590

Die Alkalimetalle 591

Die Halogene 591

Wichtige Metalle 592
Magnesium 592
Aluminium 592
Eisen 592
Silber 595
Die wichtigsten als Werkstoffe dienenden
metallischen Elemente 595

Schwefel 598

Stickstoff 598

Phosphor 599

Kohlenstoff 600

Vergleich der Eigenschaften von Diamant und
Graphit 600

Silicium 601

ORGANISCHE CHEMIE 603

Alkane 603

Alkene 605

Alkine 606

Aromatische Kohlenwasserstoffe 607

Kohle 609
Verbrennung der Kohle 610
Entgasung der Kohle 610
Vergasung der Kohle 610
Verflüssigung der Kohle 611

Erdöl 611
Fraktionen des Erdöls 613

Alkohole 613

Aldehyde und Carbonsäuren 616
Aldehyde 616
Carbonsäuren 616
Farb-, Aroma- und Konservierungsstoffe in
unseren Nahrungsmitteln und Genußmitteln 617
Als Konservierungsstoffe zugelassen 618

Ketone 618

Fette und Seifen 619

Eiweißstoffe 620

Kohlenhydrate 622
Monosaccharide 622
Disaccharide 623
Polysaccharide 623

Kunststoffe 624
Polykondensation 624
Polymerisation 625
Kunststoffe und ihre Verwendung 626

Biochemische Wirkstoffe 626
Fermente 627
Vitamine 628
Vitamingehalt verschiedener Lebensmittel 630
Hormone 631

Anhang 633
Formeln und Namen der wichtigsten anorgani-
schen Verbindungen 635
Legierungen 637
Anorganische Chemikalien 638
Organische Chemikalien 642
Begriffsbestimmungen 645

ALLGEMEINE UND ANORGANISCHE CHEMIE

Die *Chemie* ist die Lehre von den Stoffen, ihren Eigenschaften und Veränderungen. Die *Physik* befaßt sich demgegenüber mehr mit den Kräften, die zwischen Stoffen wirksam werden. Allerdings gibt es keine strenge Grenze zwischen Chemie und Physik, und auf vielen Gebieten (Atomlehre) verschmelzen beide Naturwissenschaften miteinander.

Chemie im weiten Sinn des Wortes ist eine sehr alte Wissenschaft. Schon die Ägypter beschäftigten sich mit den Stoffen und kannten zum Beispiel die Elemente Gold, Silber, Blei, Kupfer und Zinn, viele Heilmittel, einige Naturfarben, ferner wichtige chemische Verfahrensweisen. Ihre Kenntnisse übernahmen später die Araber, und nach weit verbreiteter, aber nicht absolut gesicherter Deutung soll auf sie das Wort *Chemie* zurückgehen: Die Araber bezeichneten mit dem aus dem Alt-ägyptischen übernommenen Wort *chemi* (schwarz) das durch dunklen Boden gekennzeichnete Land im Niltal und erweiterten die Benennung auf die dort heimischen Fertigkeiten. Arabische Wissenschaftler trugen den Lehrinhalt der Chemie bei der Ausbreitung des Islams über Nordafrika nach Spanien, von wo aus Europa im Mittelalter neue Anregungen empfing. Das Zeitalter der *Alchemie* (auch *Alchimie* geschrieben) befaßte sich vor allem, jedoch nicht ausschließlich mit der Suche nach dem Stein der Weisen, der unedle Metalle in Gold verwandeln sollte. Auf dem Weg über derartige Forschungen gelangen wichtige Entdeckungen, zum Beispiel die Erfindung des Porzellans. Da während des Mittelalters auch die Kenntnisse in chemischen Verfahrensweisen erweitert wurden, kann man die Alchemie nicht als unproduktive Epoche in der Entwicklung dieser Wissenschaft bezeichnen, wenngleich das Ziel der Elementumwandlung natürlich nicht erreicht wurde. Etwa im 17. Jahrhundert setzte sich allmählich die Tendenz zu objektiver experimenteller Beobachtung und logischer Fundamentierung der praktischen Tätigkeit durch. Damit wurde die Chemie zu einer modernen Wissenschaft. Diese Entwicklung zur Verzahnung von Versuch und Deutung des Erkannten ist bis heute nicht abgeschlossen. In ihrer Anwendung auf das tägliche Leben kann die Chemie gar nicht überschätzt werden (Düngemittel, Farben, Kunststoffe, Benzin usw.).

Die Eigenschaften der Stoffe

Stoff nennt die Chemie alles, was Gewicht besitzt und einen Raum einnimmt. Damit ist die *Substanz* (*Materie*) hinreichend unterschieden von physikalischen Begriffen wie Elektrizität, Licht, Magnetismus und dergleichen.

Die chemisch wichtigen Eigenschaften von Stoffen sind im wesentlichen: Farbe, Geruch, Geschmack, Dichte (Masse von 1 *ccm*, ausgedrückt in Gramm), Aggregatzustand (fest, flüssig, gasförmig), gegebenenfalls Kristallform und Härte (festgelegt nach einer bestimmten Härteskala). Erhitzt man einen festen Stoff, so schmilzt er im allgemeinen und geht schließlich in den gasförmigen Zustand über. Handelt es sich um eine einheitliche Substanz (kein Stoffgemisch), so finden Schmelzen und Verdampfen bei jeweils ganz bestimmten Temperaturpunkten (Schmelzpunkt und Siedepunkt) statt. Desgleichen wird das Gas auch bei Unterschreitung einer ganz bestimmten Temperatur (Kondenspunkt) flüssig, und die Flüssigkeit erstarrt ebenfalls bei einer genau festgelegten Temperatur (Gefrier- oder Erstarrungspunkt). Durch diese exakt meßbaren Temperaturpunkte läßt sich ein reiner Stoff einwandfrei charakterisieren und von anderen unterscheiden.

Geht eine Flüssigkeit unterhalb ihres Siedepunktes in den Dampfzustand über, so spricht man von *Verdunsten*. Hierbei entzieht sie die für das Verdunsten benötigte Energie der Flüssigkeit selbst oder ihrer Unterlage (Verdunstungskälte: Bei Benzin, das auf der Hand verdunstet, spürt man die Abkühlung).

Unter *Sublimation* versteht man den Übergang eines festen Stoffes in den gasförmigen Zustand ohne vorheriges Durchlaufen der flüssigen Phase. Auch der umgekehrte Vorgang (Übergang von Gas in Festkörper) geht unmittelbar vor sich. Beispiel: Das als Mottenschutzmittel verwendete Naphthalin sublimiert.

Einteilung der Stoffe

Da die Zahl der auf der Erde und im Weltall existierenden Stoffe außerordentlich groß ist, teilt man sie grob in folgende Gruppen:

a) Reinstoffe: Hierunter werden alle Substanzen zusammengefaßt, deren kleinste Teilchen einheitlich sind. Beispiel: Zucker besteht auch in Form des feinsten Staubzuckers aus nichts anderem als Zuckerpartikeln, es sind keine Beimengungen darin. Durch diese Einheitlichkeit sind auch der spezifische Schmelz- und der Siedepunkt der Reinstoffe bedingt, desgleichen die charakteristische Dichte, Löslichkeit usw.: *Reinstoffe sind chemisch einheitliche Substanzen*.

b) Stoffgemenge (Stoffgemische): Die meiste Materie ist nicht rein im erwähnten Sinn, sondern setzt sich aus verschiedenartigen kleinsten Teilchen zusammen. Beispiel: Milch, Luft, Bronze. Durch diese Mischung nehmen Stoffgemenge auch Mischeigenschaften an, d. h. sie haben keinen scharf definierten Schmelz- oder Siedepunkt, keine konstante Dichte usw. Grundsätzlich können sich Stoffe in den verschiedensten Aggregatzuständen miteinander mischen. Festes Kochsalz löst sich in der Flüssigkeit Wasser, verschiedene Gase durchmischen sich zu einem Gasgemenge (zum Beispiel Luft); Gase wie Kohlendioxid lösen sich in einer Flüssigkeit (zum Beispiel im Selterswasser). Besondere Stoffgemenge sind *Suspensionen* (Aufschwemmungen kleiner Feststoffteilchen in einer Flüssigkeit) und *Emulsionen* (Aufschwemmung kleiner Flüssigkeitströpfchen in einer anderen Flüssigkeit). Voraussetzung für deren Ausbildung ist, daß sich die Stoffe nicht ineinander lösen. Suspensionen und Emulsionen zeigen die Tendenz, sich mit der Zeit zu entmischen (Absetzen). Beispiel für Suspension: Trübes Pfützenwasser, Beispiel für Emulsion: Lebertran. Einen Übergang zwischen Suspension und echter Lösung stellen die *kolloidalen (oder kolloiden) Lösungen* dar, bei denen die Teilchengröße in der Mitte zwischen den genannten Extremen liegt; sie entmischen sich im allgemeinen nicht. Beispiele: Tischlerleim, Stärkelösungen.

Trennung von Stoffgemengen

Da die Eigenschaften nur bei Reinstoffen exakt anzugeben sind, bemüht sich der Chemiker, Stoffgemenge in Reinstoffe zu zerlegen. Hierfür eignen sich verschiedene Verfahren, von denen einige genannt seien: Will man den Feststoff aus einer Lösung erhalten, so läßt man das Lösungsmittel (Flüssigkeit) *verdunsten* oder *verdampfen*. Möchte man auch das Lösungsmittel auffangen, so *destilliert* man die Lösung. Die Destillation eignet sich auch zur Trennung zweier Flüssigkeiten mit erheblich verschiedenen Siedepunkten; die leichter verdampfende (leichter flüchtige) Substanz wird beim Erhitzen zuerst gasförmig, verläßt die Lösung und kann in einem Kühlrohr wieder kondensiert und aufgefangen werden. Suspensionen und Emulsionen kann man *absitzen* lassen, worauf man die überstehende Flüssigkeit abgießt (dekantiert). Für die Trennung von Suspensionen eignet sich besser das *Filtrieren*, wobei die Flüssigkeit als Filtrat vom Feststoff als Rückstand geschieden wird. Bei modernen Verfahren macht man sich die ungleichmäßige Verteilung von Stoffen in porösem Material zunutze (*Chromatographie*).

Stoffumwandlungen

Unter Stoffumwandlungen versteht die Chemie nicht bloße Änderung von Aggregatzuständen, sondern wesentliche, nicht ohne weiteres durch Temperaturänderungen wieder rückgängig zu machende Wandlungen der Eigenschaften. Beispiel: Verbrennt man eine Kerze, so kann man aus den entstehenden Gasen nicht durch deren bloße Abkühlung wieder die Kerzenmasse zurück-erhalten.

Es entstehen bei chemischen Vorgängen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften. Man unterscheidet grundsätzlich drei Arten von chemischen Vorgängen:

Zersetzung

Ein bestimmter chemischer Stoff wird in zwei oder mehr neue Stoffe mit neuen Eigenschaften zerlegt. Beispiel: Rotes Quecksilberoxid zerfällt beim Erhitzen in Quecksilber und gasförmigen Sauerstoff.



(Der Pfeil deutet an, daß sich ein Stoff AB in zwei neue Stoffe A und B zersetzt hat.)

Vereinigung (Synthese)

Zwei oder mehr chemische Stoffe vereinigen sich zu einem einzigen neuen Stoff mit neuen Eigenschaften. Beispiel: Erhitzt man eine Mischung von Schwefelpulver und Eisenpulver zum Glühen, so entsteht ein neuer Stoff, Schwefeleisen. Er ist grau (nicht gelbgrün wie Schwefel), löst sich (im Gegensatz zu Schwefel) nicht in dem Lösungsmittel Schwefelkohlenstoff und wird (im Gegensatz zum Eisen) vom Magneten nicht angezogen.



Umsetzung

Zwei oder mehr Stoffe reagieren miteinander so, daß zwei oder mehr neue Stoffe mit neuen Eigenschaften entstehen. Beispiel: Erhitzt man rotes Schwefelquecksilber mit Eisenpulver, so bilden sich grauschwarzes Schwefeleisen und elementares Quecksilber.



Atome und Moleküle

Es wurde schon betont, daß der Chemiker vor allem die Reinstoffe mit ihren charakteristischen Eigenschaften untersucht. Die Reinstoffe lassen sich prinzipiell in solche unterteilen, die durch eine Zersetzung noch weiter zerlegt werden können, und solche, bei denen dies mit normalen chemischen Methoden nicht mehr möglich ist. Die ersteren nennt man *Verbindungen*, die letzteren *Grundstoffe* oder *Elemente*. Bei Grundstoffen oder Elementen unterscheidet man in der Praxis Metalle (Gold, Silber, Aluminium, Eisen usw.) und Nichtmetalle (Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Chlor usw.).

Die Elemente

Betrachten wir zunächst die Elemente. Man kann ein Stück Eisen gedanklich in immer kleinere Partikel zerlegen und gelangt auf diesem Wege schließlich zu so kleinen Teilchen, daß eine weitere Spaltung (mit normalen chemischen Methoden) nicht mehr möglich ist. Diese „Bausteine“ von Elementen nennt man **Atome**. Atome sind die kleinsten Bestandteile eines Elements, die für sich noch die Eigenschaften des betreffenden Grundstoffes aufweisen. Schon im alten Griechenland hatten die Philosophen Leukipp und Demokrit die Existenz solcher kleinster Teilchen vermutet (*atomos*, griech., unteilbar). Man kann vereinfacht annehmen, daß die Atome eines bestimmten Elements untereinander alle gleich sind (eine Verfeinerung dieser Ansicht wird unter dem Begriff *Isotope* erwähnt werden). Die Atome verschiedener Elemente differieren dagegen in Masse und Größe; es gibt also kleine, leichte Atome (zum Beispiel von den Elementen Wasserstoff oder Helium) und große, schwere Atome (zum Beispiel von den Elementen Blei oder Uran).

Von den geringen Dimensionen der Atome kann man sich keine Vorstellung machen. Zum Vergleich: Ein stecknadelkopfgroßes Stück Eisen setzt sich aus 100 Trillionen Eisenatomen zusammen; 100 Trillionen sind eine 1 mit 20 Nullen. Aus diesem Grunde sind auch die wahren Gewichte einzelner Atome ohne praktische Bedeutung. Es genügt, wenn man die Gewichtsverhältnisse der Atome verschiedener Elemente kennt und angibt. Setzt man das leichteste Atom, das Wasserstoffatom, willkürlich gleich 1, so sind die **Atomgewichte** aller übrigen Elemente größer als 1. Beispiel: Da die Atome des Schwefels 32mal schwerer als ein Wasserstoffatom sind, erhält Schwefel das „Atomgewicht“ 32. Man muß sich stets vor Augen halten, daß diese „Gewichte“ in Wirklichkeit bloße Vergleichszahlen darstellen und als solche keine Benennung (nicht Gramm, Milligramm oder dergleichen) bekommen. Neuerdings definiert man – streng genommen – das Gewicht nicht mehr als die Zahl, die angibt, wievielfach schwerer als ein Wasserstoffatom das Atom des betreffenden Elements ist, sondern bezieht sich auf das Kohlenstoffatom mit der Atommasse 12. Dann gilt: Das Atomgewicht eines Elements ist die Zahl, die angibt, wievielfach schwerer als der 12. Teil eines Kohlenstoffatoms der Masse 12 das Atom des betreffenden Elements ist. Diese neue Definition läuft aber – wie erwähnt – praktisch auf das gleiche hinaus. Statt des Begriffs Atomgewicht bevorzugt man heute den Ausdruck **Atommasse**, um den Einfluß des Schwerfeldes der Erde nicht in die Diskussion zu bringen.

Tabelle der Elemente

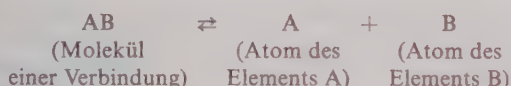
Deutscher Name	Internationaler Name (Symbol)	Ordnungszahl = Z	Atomgewicht	Wichtigste Wertigkeiten	Entdecker und Entdeckungsjahr	% Gewichtanteil an 16 km dicker Erdkruste einschl. Wasser- u. Lufthülle
Actinium	Actinium (Ac)	89	[227]		Debiere, 1899	$6,1 \cdot 10^{-14}$
Aluminium	Aluminium (Al)	13	26,9815	III	Wöhler, 1827	7,57
Americium	Americium (Am)	95	[243]	III	Seaborg, 1946	unbek.
Antimon	Stibium (Sb)	51	121,75	III, V	Unbekannt	$6,5 \cdot 10^{-5}$
Argon	Argon (Ar)	18	39,948	0	Ramsay u. Raleigh, 1894	$3,6 \cdot 10^{-4}$
Arsen	Arsenicum (As)	33	74,9216	III, V	Alb. Magnus um 1250	$5,5 \cdot 10^{-4}$
Astat	Astatin (At)	85	[210]	I	Corson, Mackenzie, Segré, 1940	$3 \cdot 10^{-24}$

Deutscher Name	Internationaler Name (Symbol)	Ordnungszahl = Z	Atomgewicht	Wichtigste Wertigkeiten	Entdecker und Entdeckungsjahr	% Gewichtsan- teil an 16 km dicker Erdkruste einschl. Wasser- u. Lufthülle
Barium	Barium (Ba)	56	137,34	II	Davy, 1808	0,026
Berkelium	Berkelium (Bk)	97	[247]	III	Seaborg, Ghiorso, Thompson, 1950	unbek.
Beryllium	Beryllium (Be)	4	9,0122	II	Wöhler, 1828	$5 \cdot 10^{-4}$
Blei	Plumbum (Pb)	82	207,19	II, IV	Ägypten, um 3400 v. Chr.	0,0018
Bor	Boron (B)	5	10,811	III	Gay-Lussac, Thénard, Davy, 1808	0,0014
Brom	Bromum (Br)	35	79,904	I	Balard, 1826	$6 \cdot 10^{-4}$
Cadmium	Cadmium (Cd)	48	112,40	II	Stromeyer, 1817	$3 \cdot 10^{-5}$
Caesium	Caesium (Cs)	55	132,905	I	Bunsen u. Kirchhoff, 1860	$6,5 \cdot 10^{-4}$
Calcium	Calcium (Ca)	20	40,08	II	Davy, 1808	3,39
Californium	Californium (Cf)	98	[249]	?	Seaborg, Ghiorso, Hamilton, Thompson, 1950	unbek.
Cer	Cerium (Ce)	58	140,12	III, IV	Klaproth, 1803	0,0043
Chlor	Chlorum (Cl)	17	35,453	I	Scheele, 1774	0,19
Chrom	Chromium (Cr)	24	51,996	III, VI	Vauquelin, 1797	0,019
Curium	Curium (Cm)	96	[247]	III	Seaborg, 1946	unbek.
Dysprosium	Dysprosium (Dy)	66	162,50	III	L. de Boisbaudran, 1886	$4,2 \cdot 10^{-4}$
Eisen	Ferrum (Fe)	26	55,847	II, III	Unbekannt	4,7
Einsteinium	Einsteinium (Es)	99	[254]	III	Amerik. Gruppe, 1952	unbek.
Erbium	Erbium (Er)	68	167,26	III	Mosander, 1843	$2,3 \cdot 10^{-4}$
Europium	Europium (Eu)	63	151,96	III	Demarcay, 1901	$9,9 \cdot 10^{-5}$
Fermium	Fermium (Fm)	100	[253]	III	Amerik. Gruppe, 1952	unbek.
Fluor	Fluorum (F)	9	18,9984	I	Moissan, 1886	0,027
Francium	Francium (Fr)	87	[223]	I	Perey, 1939	$1,3 \cdot 10^{-21}$
Gadolinium	Gadolinium (Gd)	64	157,25	III	Marignac, 1880	$5,9 \cdot 10^{-4}$
Gallium	Gallium (Ga)	31	69,72	III	L. de Boisbaudran, 1875	0,0014
Germanium	Germanium (Ge)	32	72,59	II, IV	Cl. Winkler, 1886	$5,6 \cdot 10^{-4}$
Gold	Aurum (Au)	79	196,967	I, III	Unbekannt	$5 \cdot 10^{-7}$
Hafnium	Hafnium (Hf)	72	178,49	IV	Coster u. Hevesy, 1922	$4,2 \cdot 10^{-4}$
Helium	Helium (He)	2	4,0026	0	Lockyer, 1868	$4,2 \cdot 10^{-7}$
Holmium	Holmium (Ho)	67	164,930	III	Cleve, 1879	$1,1 \cdot 10^{-4}$
Indium	Indium (In)	49	114,82	III	Reich u. Richter, 1863	$1 \cdot 10^{-5}$
Iridium	Iridium (Ir)	77	192,2	III, IV	Tennant, 1804	$1 \cdot 10^{-7}$
Jod	Jodum (J)	53	126,9044	I	Courtois, 1811	$6 \cdot 10^{-6}$
Kalium	Kalium (K)	19	39,102	I	Davy, 1807	2,4
Kobalt	Cobaltum (Co)	27	58,9332	II, III	Brandt, 1735	0,0037
Kohlenstoff	Carboneum (C)	6	12,01115	IV	Unbekannt	0,087
Krypton	Krypton (Kr)	36	83,80	0	Ramsay u. Travers, 1898	$1,9 \cdot 10^{-8}$
Kupfer	Cuprum (Cu)	29	63,546	I, II	Ägypten, 3500 v. Chr.?	0,01
Lanthan	Lanthanum (La)	57	138,91	III	Mosander, 1839	0,0017
Lawrencium	Lawrencium (Lr)	103	[257]	?	Ghiorso, Sikkeland, Larsh, Latimer, 1961	unbek.
Lithium	Lithium (Li)	3	6,939	I	Arfvedson, 1817	0,006
Lutetium	Lutetium (Lu)	71	174,97	III	Auer v. Welsbach, 1905	$7 \cdot 10^{-5}$
Magnesium	Magnesium (Mg)	12	24,312	II	Davy, 1808	1,94
Mangan	Manganium (Mn)	25	54,9380	II, IV, VII	Gahn, 1774	0,085
Mendelevium	Mendelevium (Md)	101	[256]	?	Ghiorso (USA), 1955	unbek.
Molybdän	Molybdaenum (Mo)	42	95,94	II–VI	Hjelm, 1782	0,0014
Natrium	Natrium (Na)	11	22,9898	I	Davy, 1807	2,64
Neodym	Neodymium (Nd)	60	144,24	III	A. v. Welsbach, 1885	0,0022

Deutscher Name	Internationaler Name (Symbol)	Ordnungs- zahl = Z	Atom- gewicht	Wichtigste Wertigkeiten	Entdecker und Entdeckungsjahr	Ge- wichts- anteil an 16 km dicker Erdkruste, einschl. Wasser- u. Luftthülle
Neon	Neon (Ne)	10	20,183	0	Ramsay, 1898	$5 \cdot 10^{-7}$
Neptunium	Neptunium (Np)	93	[237]	III–VI	McMillan, Abelson, 1940	$4 \cdot 10^{-17}$
Nickel	Niccolum (Ni)	28	58,71	II, III	Cronstedt, 1751	0,015
Niob	Niobium (Nb)	41	92,906	III, IV, V	Hatchett, 1801, Rose, 1844	0,0019
Nobelium	Nobelium (No)	102	[254]	?	Nobel-Inst., Stockh., 1957	unbek.
Osmium	Osmium (Os)	76	190,2	IV, VI, VIII	Tennant, 1804	$1 \cdot 10^{-6}$
Palladium	Palladium (Pd)	46	106,4	II, IV	Wollaston, 1803	$1 \cdot 10^{-6}$
Phosphor	Phosphorus (P)	15	30,9738	III, V	H. Brand, 1669	0,09
Platin	Platinum (Pt)	78	195,09	II, IV	Watson, 1750? Wood, 1741?	$5 \cdot 10^{-7}$
Plutonium	Plutonium (Pu)	94	[242]	III–VI	Seaborg, Kennedy, McMillan, Wahl, 1941	$2 \cdot 10^{-19}$
Polonium	Polonium (Po)	84	[210]	II	P. u. M. Curie, 1898	$2,1 \cdot 10^{-14}$
Praseodym	Praseodymium (Pr)	59	140,907	III, IV	A. v. Welsbach, 1885	$5,2 \cdot 10^{-4}$
Promethium	Promethium (Pm)	61	[147]	III	Coryell, Glendenin, 1947	unbek.
Protactinium	Protactinium (Pa)	91	[231]	V	Hahn u. Meitner, 1917	$9,0 \cdot 10^{-11}$
Quecksilber	Hydrargyrum (Hg)	80	200,59	I, II	Unbekannt	$4 \cdot 10^{-5}$
Radium	Radium (Ra)	88	[226]	II	M. Curie, 1898	$9,5 \cdot 10^{-11}$
Radon	Radon (Rn)	86	[222]	0	Dorn, 1900, Ramsay, 1904	$6,2 \cdot 10^{-16}$
Rhenium	Rhenium (Re)	75	186,2	III–VII	J. u. W. Noddack, 1925	$1 \cdot 10^{-7}$
Rhodium	Rhodium (Rh)	45	102,905	III, IV	Wollaston, 1803	$1 \cdot 10^{-7}$
Rubidium	Rubidium (Rb)	37	85,47	I	Bunsen u. Kirchhoff, 1860	0,0029
Ruthenium	Ruthenium (Ru)	44	101,07	III–VIII	Claus, 1844	$2 \cdot 10^{-6}$
Samarium	Samarium (Sm)	62	150,35	III	L. de Boisbaudran, 1879	$6 \cdot 10^{-4}$
Sauerstoff	Oxygenium (O)	8	15,9994	II	Scheele, Priestley, 1774	49,4
Scandium	Scandium (Sc)	21	44,956	III	Nilson, 1879	$5,1 \cdot 10^{-4}$
Schwefel	Sulfur (S)	16	32,064	II, IV, VI	Unbekannt	0,048
Selen	Selenium (Se)	34	78,96	II, IV, VI	Berzelius, 1817	$8 \cdot 10^{-5}$
Silber	Argentum (Ag)	47	107,868	I	Unbekannt	$1 \cdot 10^{-5}$
Silicium	Silicium (Si)	14	28,086	IV	Berzelius, 1823	25,8
Stickstoff	Nitrogenium (N)	7	14,0067	III, V	Scheele, 1777	0,03
Strontium	Strontium (Sr)	38	87,62	II	Davy, 1808	0,014
Tantal	Tantalum (Ta)	73	180,948	V	Ekeberg, 1802	$8 \cdot 10^{-4}$
Technetium	Technetium (Tc)	43	[99]	II–VII	Perrier u. Segré, 1937	unbek.
Tellur	Tellurium (Te)	52	127,60	II, IV, VI	M. v. Reichenstein, 1782	$1 \cdot 10^{-6}$
Terbium	Terbium (Tb)	65	158,924	III	Mosander, 1843	$8,5 \cdot 10^{-5}$
Thallium	Thallium (Tl)	81	204,37	I, III	Crookes, 1861	$3 \cdot 10^{-5}$
Thorium	Thorium (Th)	90	232,038	IV	Berzelius, 1828	0,0011
Thulium	Thulium (Tm)	69	168,934	III	Cleve, 1879	$1,9 \cdot 10^{-5}$
Titan	Titanium (Ti)	22	47,90	IV	Berzelius, 1825	0,41
Uran	Uranium (U)	92	238,03	IV, VI	Klaproth, 1789	$2,9 \cdot 10^{-4}$
Vanadium	Vanadium (V)	23	50,942	III, V	del Rio 1801, Sefström, 1830	0,014
Wasserstoff	Hydrogenium (H)	1	1,00797	I	Cavendish, 1766	0,88
Wismut	Bismutum (Bi)	83	208,980	III	Unbekannt	$2 \cdot 10^{-5}$
Wolfram	Wolframium (W)	74	183,85	II–VI	d'Elhuyar, 1783	0,0064
Xenon	Xenon (Xe)	54	131,30	0	Ramsay, 1898	$2,4 \cdot 10^{-9}$
Ytterbium	Ytterbium (Yb)	70	173,04	III	Marignac, 1878	$2,5 \cdot 10^{-4}$
Yttrium	Yttrium (Y)	39	88,905	III	Gadolin, 1794	0,0026
Zink	Zincum (Zn)	30	65,37	II	Markgraf, 1746	0,012
Zinn	Stannum (Sn)	50	118,69	II, IV	Unbekannt	0,0035
Zirkon	Zirkonium (Zr)	40	91,22	IV	Berzelius, 1824	0,021

Verbindungen

Verbindungen lassen sich durch chemische Vorgänge zerlegen. Die kleinsten Teilchen einer Verbindung sind die **Moleküle**. Erst bei deren Zersetzung resultieren als letzte Bausteine die Atome, also Elemente. Umgekehrt treten die Atome der Elemente zu Molekülen der Verbindungen zusammen. Allgemein:



Die Atome werden im Molekül durch Bindekräfte zusammengehalten, die ihrem Wesen nach elektrischer Natur sind (siehe Atombau). Durch diese Bindekräfte ist auch die völlig andere chemische Beschaffenheit der Moleküle gegenüber den Atomen der Elemente, aus denen sie aufgebaut sind, zu erklären.

Das Molekulargewicht läßt sich leicht dadurch errechnen, daß man die Atomgewichte der in dem Molekül vorkommenden Atome addiert. Beispiel: In einem Molekül Schwefeleisen sind 1 Atom Eisen (Atomgewicht 56) und 1 Atom Schwefel (Atomgewicht 32) durch Bindekräfte zusammengehalten; das Molekulargewicht von Schwefeleisen errechnet sich demnach zu $56 + 32 = 88$. Man kann das Molekulargewicht definieren als die Zahl, die angibt, wievielfach schwerer als der 12. Teil eines Kohlenstoffatoms der Masse 12 das Molekül der betreffenden Verbindung ist.

Die Existenz der Atome und Moleküle ermöglicht es, chemische Vorgänge in einer Kurzform, als Gleichung mit Formeln, zu schreiben. Hierzu geht man von dem Gedanken aus, daß bei einem chemischen Prozeß ja stets die Atome eines bestimmten Elements alle das gleiche tun. Beispiel: Vereint sich Schwefel mit Eisen, so reagiert stets 1 Atom Schwefel mit 1 Atom Eisen zu 1 Molekül Schwefeleisen. Kürzt man 1 Atom Schwefel mit S (von Sulphur) und 1 Atom Eisen mit Fe (von Ferrum) ab, so ergibt sich:



Ein solches Symbol wie S oder Fe gibt demnach in einer chemischen Gleichung nicht nur die Art des Elements an, sondern zugleich auch eine Menge, nämlich 1 Atom des betreffenden Elements. Von einer Gleichung kann man sprechen, da auf der linken und rechten Seite des Pfeils die gleiche Anzahl von Atomen vorhanden sein muß, lediglich in anderer Kombination angeordnet. Den Pfeil setzt man an die Stelle des Gleichheitszeichens, um die Richtung der chemischen Reaktion anzuzeigen. In unserem Beispiel verläuft der Vorgang von links nach rechts. Ist der Vorgang grundsätzlich auch umkehrbar, so verwendet man auch den Pfeil in umgekehrter Richtung.

Nehmen an einem Vorgang mehrere Atome des gleichen Elements teil, so deutet man dies durch Zahlen (sogenannte *Koeffizienten*) vor dem Elementsymbol an. Treten mehrere Atome des gleichen Elements in einem Molekül auf, so trägt man diesem Umstand durch eine kleine, tiefgestellte Zahl (*Index*) hinter dem betreffenden Elementsymbol Rechnung. Beispiel: Aus zwei Atomen Wasserstoff (H) und einem Atom Sauerstoff (O) entsteht ein Molekül Wasser (H_2O). Gleichung:



Für die **Mengenangabe** bei chemischen Versuchen hat man das *Gramm-Atom* und das *Gramm-Mol* (kurz auch *Mol* genannt) definiert: Unter *Gramm-Atom* eines Elements versteht man das Atomgewicht, ausgedrückt in Gramm. Beispiel: 1 *Gramm-Atom* Eisen = 56 g. Unter *Gramm-Molekül* (*Mol*) einer Verbindung versteht man das Molekulargewicht, ausgedrückt in Gramm. Beispiel: 1 *Mol* Schwefeleisen = 88 g. 1 *Mol* eines Stoffes enthält ganz allgemein die gleiche Anzahl von kleinsten Teilchen, nämlich die unvorstellbar große Zahl von $6,023 \cdot 10^{23}$ Molekülen (*Loschmidt'sche Zahl*).

Chemische Verbindungsgesetze

Da sich alle chemischen Vorgänge zwischen konkreten Partikeln mit fester Masse abspielen, handelt es sich stets nur um Neugruppierungen, Umlagerungen dieser Partikel; es entstehen keine neuen Atome, und es gehen auch keine Atome verloren. Dies bringen die *drei Verbindungsgesetze* zum Ausdruck:

1. Das Gesamtgewicht der Ausgangsstoffe einer chemischen Reaktion ist gleich dem Gesamtgewicht der Endprodukte (Gesetz von der Erhaltung des Gewichts).
2. Vereinen sich chemische Elemente zu Verbindungen, so geschieht dies immer in festen, gleichbleibenden Gewichtsverhältnissen (Gesetz von den festen Gewichtsverhältnissen oder konstanten Proportionen) Beispiel: Vereint sich Schwefel mit Eisen zu Schwefeleisen, so geschieht das stets im Gewichtsverhältnis 4 : 7, nicht in irgendeinem anderen Verhältnis. Dies ergibt sich einfach daraus, daß die Atomgewichte von Schwefel (32) und Eisen (56) im Verhältnis 4 : 7 stehen.
3. Nicht selten bilden zwei Elemente mehr als eine chemische Verbindung miteinander. So treten etwa Kohlenstoff und Sauerstoff im Verhältnis CO und CO₂ zusammen. Dann gilt: Vereinen sich zwei Elemente A und B in mehr als einem Gewichtsverhältnis miteinander, so stehen die Gewichtsmengen des Stoffes B, die sich mit ein und derselben Gewichtsmenge des Stoffes A vereinigen, untereinander im Verhältnis einfacher, ganzer Zahlen (Gesetz von den vielfachen Gewichtsverhältnissen oder multiplen Proportionen) Im Beispiel von CO und CO₂ ist der Sauerstoff B; dessen Gewichtsverhältnis in CO und CO₂ ergibt sich zu 16 : 32 oder 1 : 2. Dies ist nicht verwunderlich, wenn man davon ausgeht, daß ja stets ganze Atome (nicht Bruchteile von Atomen) miteinander zusammentreten, es muß sich also stets um ganze Vielfache der Atomgewichtseinheiten handeln.

Die Elemente zeigen untereinander verschieden starkes Vereinigungsbestreben. Man sagt, ihre **Affinität** zueinander sei nicht gleich. Starke Affinität bedeutet starke Neigung, sich zu verbinden. Beispiel: Die Affinität von Sauerstoff zu Wasserstoff ist größer als die Affinität von Sauerstoff zu Kupfer. Aus diesem Grund ist die Verbindung H₂O beständiger als die Verbindung Cu₂O.

An diesen Beispielen läßt sich auch eine vorläufige Definition des Begriffs **Wertigkeit** geben. Es fällt auf, daß ein Sauerstoffatom zwei Wasserstoffatome und im anderen Fall auch zwei Kupferatome binden kann. Setzt man definitionsgemäß fest, daß Wasserstoff einwertig sein soll, dann ist Sauerstoff zweiwertig, denn ein Atom bindet zwei einwertige Wasserstoffatome. Beim Vergleich mit dem Molekül Cu₂O folgt demnach, daß auch das Kupfer in diesem Fall einwertig sein muß. Die meisten Elemente treten in mehreren Wertigkeitsstufen auf. So ist Kupfer beispielsweise in der Verbindung CuO zweiwertig.

Allgemein: Unter Wertigkeit versteht man jene Zahl, die angibt, wieviel Wasserstoffatome ein Atom eines Elements (theoretisch) zu binden oder zu ersetzen vermag.

Tieferen Einblick in das Wesen der Wertigkeit vermittelt der Atombau.

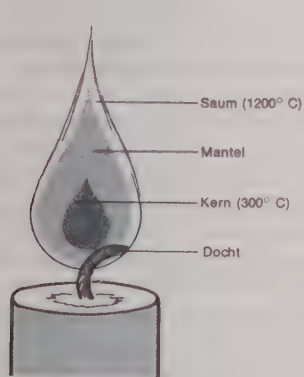
Aus den erwähnten Definitionen leitet sich der Begriff des **Äquivalentgewichts** ab: Die Rechengröße des Äquivalentgewichts erhält man, wenn man das Atomgewicht durch die Wertigkeit teilt. Beispiel: Das Äquivalentgewicht von Sauerstoff im Wasser ist $16 : 2 = 8$. Drückt man das Äquivalentgewicht, das ja selbst keine Benennung erhält, in Gramm aus, so ergibt sich das *Gramm-Äquivalent* oder *Val*. Beispiel: Das *Val* Sauerstoff im Wasser ist 8 g.

Oxidation und Sauerstoff

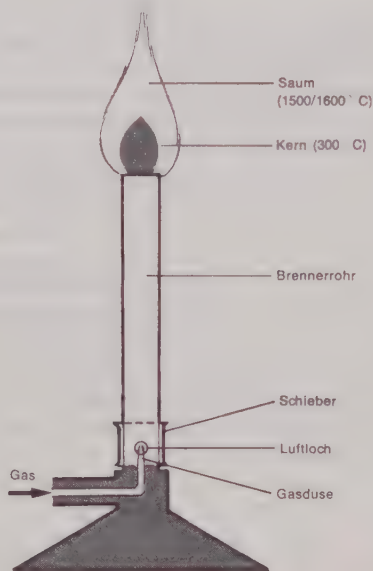
Unter **Oxidation** versteht man die Vereinigung eines Stoffes mit Sauerstoff. Daraus folgt, daß das Oxidationsprodukt, das Oxid, schwerer sein muß als der Ausgangsstoff (Widerlegung der Phlogistontheorie Stahls durch Messungen mit der Waage). Die meisten Verbrennungsvorgänge nutzen den Sauerstoff der Luft. Zusammensetzung der Luft: 78 Prozent Stickstoff, 21 Prozent Sauerstoff, etwa 1 Prozent Edelgase (Helium, Neon, Argon, Krypton, Xenon) und 0,03 Prozent Kohlendioxid.

Oxide sind Verbindungen des Sauerstoffs mit einem anderen Element. Die bekanntesten Oxide sind Wasser (Wasserstoffoxid, H_2O), Kohlendioxid (CO_2) und Kohlenmonoxid (CO). Sie entstehen bei der Verbrennung von Holz, Kohle, Heizöl usw. aus den Zersetzungsprodukten der Ausgangsstoffe. Die Zersetzungsprodukte sind zunächst meist gasförmig, wodurch es zur Bildung der Flammen kommt.

Kerzenflamme: Beim Entzünden des Dochts schmilzt eine kleine Menge Kerzenmasse (Paraffin, Stearin, Wachs) und verdampft. Die verdampfte Kerzenmasse bildet den dunklen, ziemlich kühlen (etwa 300°C) Kern der Flamme. Weiter außen – im Mantel – wird sie infolge der Annäherung an den heißesten Teil der Flamme, den Saum, weiter erwärmt und zerfällt in ihre Bestandteile Kohlenstoff und Wasserstoff, aus denen die Kerzenmasse aufgebaut ist. Da aber weder im Kern noch im Mantel Sauerstoff für eine Verbrennung zur Verfügung steht, beginnt der Kohlenstoff lediglich zu glühen, kann sich aber nicht chemisch verändern. Der gelb glühende Kohlenstoff bedingt die Leuchtkraft der Kerze. Erst wenn Kohlenstoff und Wasserstoff in die äußerste Zone, den Saum, gelangen, erfolgt die Verbrennung mit Hilfe des von außen zuströmenden Sauerstoffs. Es bilden sich Kohlendioxid und Wasserdampf als Oxidationsprodukte. Im Saum herrscht eine Temperatur von mehr als 1200°C .



Die Kerzenflamme



Bunsenbrenner
mit rauschender Flamme
(Luftloch geöffnet)

Bei der Kerzenflamme wird wie bei allen Verbrennungen (Oxidationen) Energie in Form von Wärme frei. Eine Flamme tritt nur auf, wenn beim Erhitzen über die Entzündungstemperatur brennbare Gase entstehen; ist dies nicht der Fall, so verbrennt der Stoff ohne Flammenerscheinung (Glimmfeuer, zum Beispiel brennender Koks). Die Temperatur, die bei der Verbrennung auftritt, nennt man Verbrennungstemperatur. Sie liegt verschieden hoch bei den einzelnen Stoffen, zum Beispiel niedrig (1200°C) bei Holz, hoch bei Wasserstoffgas (2000°C).

Im Ofen spielen sich grundsätzlich die gleichen Vorgänge wie beim Verbrennen einer Kerze ab. Die Luftzufuhr wird jedoch durch besondere Klappen geregelt, und der Abzug der Verbrennungsgase Kohlendioxid und Wasserdampf erfolgt durch den Schornstein. Drosselt man die Luftzufuhr oder zieht der Ofen schlecht, so entsteht anstelle des Kohlendioxids das giftige, farb- und geruchlose Kohlenmonoxidgas (Kohlenoxidgas), das ins Zimmer ausströmen und zum Tode des Menschen führen kann.

Auch die Flamme des **Bunsenbrenners** (genannt nach Robert Bunsen) ähnelt einer Kerzenflamme, wenn das Luftloch durch den Schieber am Brennerrohr geschlossen ist. Wir unterscheiden dann

bei der sogenannten leuchtenden Bunsenflamme die von der Kerze her bekannten drei Zonen. Öffnet man dagegen das Luftloch, so gelangt Sauerstoff von unten durch das Brennerrohr in den Kern der Flamme, so daß keine Mantelzone glühender Gase und Kohlenstoffteilchen auftreten kann; die Verbrennung wird durch die Zuleitung von Sauerstoff gefördert. Die sogenannte nicht-leuchtende oder rauschende Bunsenflamme ist daher noch heißer als die leuchtende und rußt auch nicht (keine Abscheidung von unverbranntem Kohlenstoff). Entsprechend sind die Flammen der Gasherde im Haushalt eingestellt.

Neben den Oxidationen mit Flammenbildung und großer Wärmeentwicklung gibt es auch langsam verlaufende Oxidationsvorgänge, die man als **stille Verbrennungen** bezeichnet. Beispiel: Beim Rosten vereinigt sich Eisen mit dem Luftsauerstoff, ohne daß es zu Flammenerscheinungen oder merklicher Wärmeproduktion kommt.

Aus den Beobachtungen lassen sich die Maßnahmen ableiten, die beim Löschen eines Brandes zu ergreifen sind: Man kann ein Feuer entweder dadurch löschen, daß man die Sauerstoffzufuhr unterbindet (Abdecken mit Tüchern, Sand, unbrennbaren Gasen aus Feuerlöschgeräten, vor allem Schaumlöschern) oder daß man den Brandherd unter die Entzündungstemperatur abkühlt (Bespritzen mit Wasser, da das Wasser beim Verdampfen der Unterlage eine große Wärmemenge entzieht).

Das für jede Verbrennung benötigte **Sauerstoffgas** ist farb-, geschmack- und geruchlos; es steht als Bestandteil der Luft in unbegrenzten Mengen zur Verfügung. Verbrennungen in reinem Sauerstoff verlaufen rascher und führen zu größerer Licht- und Wärmeentwicklung.

Reinen **Sauerstoff** erhält man nach folgenden Verfahren:

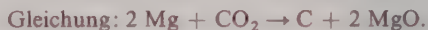
Im Laboratorium erhitzt man Kaliumchlorat (am besten mit Braunstein als Katalysator), wobei Kaliumchlorid und Sauerstoff entstehen: $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + 3 \text{O}$. Ein Katalysator ist ein chemischer Stoff, der einen chemischen Vorgang durch seine bloße Anwesenheit beschleunigt, ohne selbst dabei verändert zu werden. Diese Erscheinung heißt **Katalyse**.

Die Technik gewinnt große Mengen reinen Sauerstoffs durch Verflüssigung der Luft nach dem **Lindeverfahren**. Prinzip: Man preßt Luft zusammen, wobei sich diese erwärmt; dann kühlt man die erwärmte Luft von außen ab und entspannt sie; dabei kühlt sie sich unter die Ausgangstemperatur ab. Durch Wiederholung des Prozesses gelangt man zu immer tieferen Temperaturen. Bei rund -200°C ist die Luft flüssig (enthält allerdings nur Stickstoff und Sauerstoff). Läßt man flüssige Luft stehen, so verdampft wegen seines niedrigeren Siedepunkts (-196°C) zunächst der Stickstoff, so daß sich flüssiger Sauerstoff anreichert und auf diese Weise gewonnen werden kann. Es ist wichtig zu beachten, daß Sauerstoff zwar die Verbrennung anderer Stoffe unterhält und ermöglicht, selbst aber nicht brennt.

Reduktion und Wasserstoff

Entzieht man einer sauerstoffhaltigen Verbindung (Oxid) den Sauerstoff, so spricht man von einer **Reduktion**. Als Reduktionsmittel eignen sich Elemente, die zu Sauerstoff eine große Affinität besitzen: Wasserstoff (Bildung von H_2O), Kohlenstoff (Bildung von CO_2), Phosphor (Bildung von Diphosphorpentoxid P_2O_5), Aluminium (Bildung von Aluminiumoxid Al_2O_3).

Das Element mit der größeren Affinität reißt den Sauerstoff aus einer anderen Element-Sauerstoff-Verbindung heraus, wenn deren Bindekräfte schwächer ausgebildet sind. Beispiel: Magnesium reduziert bei hohen Temperaturen Kohlendioxid zu Kohlenstoff und oxidiert sich selbst zu Magnesiumoxid.



Hieraus folgt: Eine Reduktion ist mit einer Oxidation gekoppelt und umgekehrt. Das Oxid wird reduziert, das Reduktionsmittel oxidiert.

In der Technik ist **Wasserstoff** neben dem Kohlenstoff das gebräuchlichste Reduktionsmittel. Das Gas ist farb-, geschmack- und geruchlos, brennt mit bläulicher, sehr heißer Flamme (Schweiß-

brenner) und ist das leichteste aller Gase (Füllung von Luftballonen). Mit Luft gemischt, explodiert es bei der Entzündung (Knallgas), vor allem, wenn man das Mischungsverhältnis Wasserstoff: Sauerstoff = 2 : 1 einhält. Reiner Wasserstoff wird folgendermaßen gewonnen:

Im Laboratorium durch Übergießen von Zink mit verdünnter Salzsäure. Hierbei bildet sich neben Wasserstoffgas das Salz Zinkchlorid: $\text{Zn} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + 2 \text{H}$.

In der Technik stellt man reinen Wasserstoff durch *Elektrolyse* von Wasser her. Unter Elektrolyse versteht man die Zersetzung eines Stoffes mit Hilfe des elektrischen (Gleich-) Stroms. Aus einer Gleichstromquelle leitet man Strom durch (schwach angesäuertes) Wasser, wobei an der positiven Elektrode (Anode) Sauerstoff, an der negativen Elektrode (Kathode) Wasserstoff entstehen. Die Wasser- und Sauerstoffmengen stehen im Einklang mit der Formel im Verhältnis 2 : 1.

Ein weiteres technisches Verfahren liefert (weniger reinen) Wasserstoff durch das sogenannte *Wassergasverfahren*. Man leitet hierbei überhitzten Wasserdampf durch glühenden Koks. Bei Temperaturen von etwa 1000 °C wirkt der Kohlenstoff des Kokses als Reduktionsmittel und entzieht dem Wasser den Sauerstoff, wird aber selbst dadurch zu Kohlenmonoxid und Kohlendioxid oxidiert. Als Wassergas bezeichnet man demnach das aus der Koksschicht austretende Gemisch von Wasserstoff, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid. In der Praxis kann man die beiden letztgenannten Beimengungen abtrennen und erhält allein den Wasserstoff.

Wasser ist als lebensnotwendige Flüssigkeit einer der wichtigsten Stoffe unserer Erde. In Form von Meerwasser (Salzgehalt durchschnittlich 3,5 Prozent) kommt es in allen Ozeanen vor. Beim Verdunsten geht es in den gasförmigen Zustand über, kondensiert wieder zu Regenwasser und gelangt über den Erdboden in die Quellen. In dieser Form ist es als Trinkwasser am geeignetsten. In den Flüssen wird es zunehmend verunreinigt, vor allem durch die Abwässer der Städte und der Industrie. Klärbecken sollen die größten Schmutzpartikel ausscheiden. In Zukunft werden große Anstrengungen nötig sein, um für die wachsende Erdbevölkerung genügende Wasserreserven zu erschließen (chemische und biologische Reinigung von Abwasser, Destillation von Meerwasser).

Säuren, Laugen und Salze

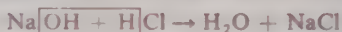
Säuren nennt man chemische Verbindungen, die in wässriger Lösung sauer schmecken und blauen Lackmusfarbstoff (Indikator; Produkt einer nordischen Flechtenart) rot färben. Die Formel einer Säure setzt sich aus zwei Bestandteilen zusammen, nämlich aus Wasserstoff und einem sogenannten Säurerest. Beispiel: Schwefelsäure, H_2SO_4 , enthält neben dem Wasserstoff noch den Säurerest SO_4 , der für sich allein nicht beständig ist. Andere Beispiele: HCl (Salzsäure), HCN (Blausäure), H_2CO_3 (Kohlensäure), H_2SO_3 (Schweflige Säure), H_3PO_4 (Phosphorsäure) usw. Für alle sauerstoffhaltigen Säuren (nicht dagegen für HCl , HCN und ähnliche) kommt die Darstellung aus einem Nichtmetalloxid und Wasser in Frage. Beispiel: Ein Oxid des Nichtmetalls Schwefel ist das Schwefeldioxid SO_2 ; leitet man SO_2 , ein stechend riechendes Gas, in Wasser ein, so entsteht Schweflige Säure H_2SO_3 . Verwendet man das Schwefeltrioxid SO_3 , so bildet sich Schwefelsäure H_2SO_4 .

Da alle Säuren Wasserstoff enthalten, kann dieser als der wesentliche Bestandteil der Verbindungsgruppe angesehen werden: Der Säurewasserstoff bedingt den sauren Charakter.

Laugen nennt man chemische Verbindungen, die in wässriger Lösung seifig-laugenhaft schmecken und roten Lackmusfarbstoff blau färben. An Stelle des Namens Laugen verwendet man in der Chemie auch die Ausdrücke Basen oder Hydroxide, vor allem für wasserfreie Verbindungen. Die Formel einer Lauge setzt sich aus zwei Bestandteilen zusammen, nämlich einem Metall und der sogenannten Hydroxidgruppe (OH), einer Gruppe, die einwertig und für sich allein nicht beständig ist. Beispiel: Natronlauge, NaOH , enthält als Metall Natrium, gebunden an die Hydroxidgruppe OH . Anderes Beispiel: Kalilauge KOH , enthält neben der Hydroxidgruppe OH ein Kaliumatom. Ist das Metall zwei- oder mehrwertig, so müssen auch entsprechend viele OH -Gruppen ins Molekül eintreten. Beispiel: Kalkwasser (Gelöschter Kalk, Calciumhydroxid) enthält das zweiwertige Calcium; die Formel lautet daher $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Laugen lassen sich grundsätzlich durch Reaktion eines Metalloids mit Wasser darstellen. Beispiel: Natriumoxid, Na_2O , ergibt mit Wasser Natronlauge, NaOH .

Da alle Laugen die Hydroxidgruppe enthalten, kann diese als der wesentliche Bestandteil dieser Verbindungen angesehen werden: Die Hydroxidgruppe bedingt den laugenhaften (alkalischen) Charakter.

Aus den vorstehenden Erläuterungen geht hervor, daß Säuren und Laugen in gewisser Beziehung als gegensätzliche Verbindungen aufgefaßt werden können. Man kann daher die Frage aufwerfen, was geschieht, wenn man gleiche Mengen gleich starker Säuren und Laugen miteinander vermischt. Ergebnis: Die gegensätzlichen Eigenschaften heben sich auf. Lackmusfarbstoff verändert sich nicht, der Geschmack ist weder sauer noch alkalisch, vielmehr salzig. Offenbar haben sich der für Säuren charakteristische Wasserstoff und die für Laugen charakteristische Hydroxidgruppe gegenseitig in ihren Wirkungen aufgehoben. Dies läßt sich durch Wasserbildung aus den beiden Komponenten deuten:



Neben dem Wasser ist eine Verbindung aus der Metallkomponente der Lauge und der Säurerestkomponente der Säure entstanden, ein **Salz**. Da sich die Eigenschaften von Lauge und Säure gegenseitig aufgehoben haben, spricht man von einer *Neutralisation*. Bei einer Neutralisation bildet sich neben dem Wasser ein Salz, bestehend aus Metall und Säurerest.

Kochsalz, NaCl, ist das bekannteste Salz. Grundsätzlich ist aber jede Verbindung aus Metall und Säurerest als Salz zu bezeichnen. Man hat den Säureresten typische Namen gegeben, um Verwechslungen auszuschließen. So heißen alle Salze mit dem (einwertigen) Säurerest Cl Chloride, alle mit dem (zweiwertigen) Säurerest SO₄ Sulfate usw. Beispiele: NaCl Natriumchlorid, Na₂SO₄ Natriumsulfat, Na₃PO₄ Natriumphosphat, KCN Kaliumcyanid (auch Cyankali genannt), K₂SO₃ Kaliumsulfit, CaCO₃ Calciumcarbonat. Bei zwei- und mehrwertigen Säureresten kann auch gegebenenfalls noch ein Wasserstoffatom der Säure im Salzmolekül erhalten bleiben; man spricht dann von Hydrosalzen. Beispiel: NaHCO₃ Natriumhydrocarbonat.

Natriumchlorid: In den Ozeanen gelöst, angereichert in Salzseen und auskristallisiert als Steinsalz in großen Lagern. Für technische Zwecke (als chemischer Rohstoff, Streusalz) baut man die Steinsalzlager unter der Erdoberfläche ab. Auch läßt man Meerwasser in flachen Lagunen verdunsten und gewinnt so das unreine Salz. Für Speisezwecke laugt man Steinsalzlager aus und dampft die Sole ein. Aus Natriumchlorid erzeugt die Chemie metallisches Natrium und Chlor (durch Schmelzelektrolyse), ferner Natronlauge und Salzsäure (auf dem Weg über die Elektrolyse der wässrigen Lösung) sowie eine große Zahl von Natriumverbindungen.

Atombau und Radioaktivität

Atombau

Der aus der Antike übernommene Begriff des Atoms (Demokrit) wurde erst in der Neuzeit naturwissenschaftlich fundiert. 1808 brachte der Engländer *Dalton* die Atome mit den Verbindungsgesetzen in Zusammenhang, ohne aber über das Wesen der kleinsten Teilchen bestimmte Anschauungen zu entwickeln. Dies geschah erst nach der Entdeckung der Radioaktivität am Ende des vorigen Jahrhunderts. Der Engländer *Ernest Rutherford* und der Däne *Niels Bohr* verglichen das Atom 1913 mit dem Sonnensystem und erkannten, daß es sich grundsätzlich aus einem positiv geladenen **Kern** und negativ geladenen **Elektronen** zusammensetzt, die auf bestimmten Bahnen, sogenannten **Schalen**, den Kern umkreisen. Im Kern ist praktisch die gesamte Masse des Atoms lokalisiert, da ein Elektron fast keine Masse besitzt.

Beim Wasserstoffatom, dem leichtesten Atom, besteht der Kern nur aus einem einzigen positiv geladenen Proton (*p*), auf der Schale (*K*-Schale) befindet sich demnach auch nur ein einziges negativ geladenes Elektron (*e*), denn die Ladungen müssen sich im Atom insgesamt ausgleichen. Das nächst schwerere Atom, Helium, enthält im Kern zwei Protonen und zusätzlich noch zwei neutrale, annähernd in der Masse gleiche Neutronen (*n*), wodurch das Atomgewicht *e* bedingt ist.

Auf der *K*-Schale kreisen zwei Elektronen und gleichen dadurch die beiden positiven Ladungen der Protonen aus. Beim nächsten Element, dem Lithium, finden wir drei Protonen im Kern, ferner vier Neutronen, so daß das Atomgewicht 7 resultiert. Drei Elektronen umkreisen den Kern. Allerdings kann die *K*-Schale nur zwei davon aufnehmen; das dritte beginnt eine neue Schale, die *L*-Schale.

Das angedeutete Bauprinzip setzt sich weiter fort. Bei jedem nächst schwereren Element kommt ein Proton im Kern hinzu, ferner füllen weitere Neutronen das Atomgewicht bis zur vorgeschriebenen Größe auf. Die Elektronen neutralisieren den Gesamtkomplex und kreisen auf Schalen, die im allgemeinen mit acht Elektronen voll besetzt sind. Ist dieser Wert erreicht, so wird die nächste Schale begonnen. Erst später kann eine tiefere Schale nachträglich noch zusätzlich Elektronen aufnehmen und sich bis zur Zahl 18 oder 32 auffüllen. Die Achterschalen sind jedoch besonders bevorzugt und beständig (Oktettregel).

Somit lassen sich bestimmte Regeln über den Atombau ableiten: Die Zahl der Protonen im Atom ist gleich der Zahl der Elektronen ($p = e$). Die Zahlen der Protonen und Neutronen ergeben das **Atomgewicht** ($p + n = \text{Atomgewicht}$). Die Zahl der Protonen ist gleichzeitig die sogenannte **Ordnungszahl**, nach der die Elemente annähernd in der Reihenfolge ihres Atomgewichts aufeinanderfolgen (Wasserstoff 1, Helium 2, Lithium 3 usw.). Die Zahl der Protonen prägt damit auch das Wesen des betreffenden Elements.

Da der Charakter des Elements nur durch die Protonenzahl bestimmt ist, kann die Zahl der Neutronen in gewissen Grenzen schwanken. So gibt es zum Beispiel Chloratome mit $17p$ und $18n$ (Atomgewicht 35) und Chloratome mit $17p$ und $20n$ (Atomgewicht 37). 75 Prozent aller Chloratome sind von der ersten, 25 Prozent von der zweiten Sorte. Daher ergibt sich ein Atomgewicht von insgesamt 35,5. Auf diese Weise erklären sich die Abweichungen von der Ganzzahligkeit bei den Atomgewichten (im wesentlichen). Solche Atome mit gleicher Protonen-, aber ungleicher Neutronenzahl nennt man **Isotope**.

Tabelle zum Atombau

Element	Kern	Elektronen auf			
		K-Schale	L-Schale	M-Schale	N-Schale
H	1p	1e			
He	2p + 2n	2e			
Li	3p + 4n	2e	1e		
Be	4p + 5n	2e	2e		
B	5p + 6n	2e	3e		
C	6p + 6n	2e	4e		
N	7p + 7n	2e	5e		
O	8p + 8n	2e	6e		
F	9p + 10n	2e	7e		
Ne	10p + 10n	2e	8e		
Na	11p + 12n	2e	8e	1e	
Mg	12p + 12n	2e	8e	2e	
Al	13p + 14n	2e	8e	3e	
Si	14p + 14n	2e	8e	4e	
P	15p + 16n	2e	8e	5e	
S	16p + 16n	2e	8e	6e	
Cl	17p + 18n	2e	8e	7e	
Ar	18p + 22n	2e	8e	8e	
K	19p + 20n	2e	8e	8e	1e
Ca	20p + 20n	2e	8e	8e	2e

Radioaktivität

Gewisse Elemente (Uran, Radium) sind unbeständig und zerfallen in langen Zeiträumen unter Aussendung charakteristischer Strahlung über Zwischenstufen in stabile Grundstoffe (zum Beispiel Blei). Bei der Strahlung unterscheidet man **Alphastrahlen** (positiv geladene Heliumatomkerne von geringer Reichweite), **Betastrahlen** (negativ geladene Elektronen von größerer Reichweite) und **Gammastrahlen** (keine Partikel-, sondern eine kurzwellige Art von Röntgenstrahlung von großer Reichweite). Bei dem Zerfall wird sehr viel Energie frei: Atombomben- und Kernreaktorenenergie; Strahlungsschäden bei lebenden Wesen. Es bilden sich die Atomkerne (in ihrem Protonenbestand) um. Die Zeit, in der die Hälfte eines radioaktiven Präparats zerfällt, nennt man *Halbwertszeit*. Eine Veränderung der Halbwertszeit durch äußere Einflüsse ist nicht möglich, sie bleibt über Jahrmilliarden konstant.

Wegen des Charakters der Alpha- und Betastrahlen kann man bei einem Zerfallsvorgang das Endprodukt vorausberechnen.

Da bei einem **Alpha-Zerfall** ein Kernpartikel von der Masse eines Heliumkerns mit zwei positiven Ladungen ausgeschleudert wird, ist das zurückbleibende Atom um vier Atomgewichtseinheiten leichter und steht in der Reihe der Elemente um zwei Stellen weiter vorn. Beispiel: Uran vom Atomgewicht 238 und der Ordnungszahl 92 wird bei Alphazerfall zu einem Element (Thorium) mit dem Atomgewicht 234 und der Ordnungszahl 90. Man schreibt dies in Form einer sogenannten Kerngleichung wie folgt:



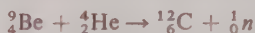
Ein **Betazerfall** verändert die Masse des Elements nicht (Elektronen sind praktisch masselos), bedingt aber das Auftreten einer zusätzlichen positiven Ladung im Kern, was eine Verschiebung um eine Stelle nach hinten in der Reihe der Elemente zur Folge hat. Beispiel: Bildung von Protactinium Pa aus Thorium Th



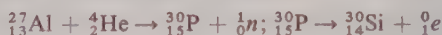
Gammastrahlung verändert weder die Masse noch die Stellung des Elements. Jeder Radioaktivzerfall geht jedoch unter Freisetzung von Energie vor sich, und diese Energie entsteht durch Massenverlust in den Dimensionen von Bruchteilen einer Massengewichtseinheit (Massendefekt). Dieser Übergang von Masse in Energie gehorcht der *Einsteinschen Beziehung*, wonach die Energie proportional der Masse ist, multipliziert mit dem Quadrat der Lichtgeschwindigkeit:

$$E = m \cdot c^2.$$

Zu Beginn unseres Jahrhunderts kannte man nur Zerfallsvorgänge, die in der Natur von selbst und ohne Einfluß des Menschen abliefen (*natürliche Radioaktivität*). 1919 gelang es, einen Kernzerfall im Laboratorium auszulösen. Man „beschoß“ Berylliumatome mit Heliumkernen und erhielt (in der *Wilsonschen Nebelkammer* identifizierbar) ein Atom Kohlenstoff und ein Neutron:



Die Reaktionsprodukte waren stabil. 1934 vermochte man erstmals durch einen derartigen Vorgang Atome zu produzieren, die ihrerseits wieder unbeständig waren und weiter zerfielen (*künstliche Radioaktivität*); hierbei entstand ein Positron (= positiv geladenes Elektron):



Noch heute bemüht man sich um immer wirksamere Teilchenbeschleuniger (*Cyclotron, Synchrotron*), mit deren Hilfe Kernreaktionen in Gang gebracht werden können. Durch Einbau von Kernbestandteilen gelang es später, die Reihe der natürlichen Elemente über die Zahl von 92 hinaus zu

verlängern (*Transurane*). 1938 fanden schließlich *Hahn* und *Straßmann*, daß Uran-Atome unter bestimmten Bedingungen in größere Bruchstücke zerbrechen, wobei zahlreiche Neutronen frei werden. Diese halten dann die Kernreaktionen aufrecht (*Kernkettenreaktionen*). Damit war das Prinzip der Atombombe gefunden. Gegenüber jener unkontrollierten Freisetzung von großen Energiemengen in kurzer Zeit spielt sich im Kernreaktor eines Kernkraftwerkes der Vorgang (Kernkettenreaktion) „gebündelt“ ab, die Energie wird langsam frei.

Die natürlichen radioaktiven Zerfallsreihen

Durch den Zerfall der radioaktiven Stoffe entstehen Elemente, die z. T. stabil sind, z. T. aber selbst wieder zerfallen. Vom Ausgangselement, bei dem der radioaktive Zerfall beginnt, bis zum stabilen Schlußglied, das nicht mehr weiter zerfällt, erstreckt sich eine Reihe von radioaktiven Elementen, die die sogenannte Zerfallsreihe bilden. Man kennt drei natürliche (!) Zerfallsreihen; ihre Ausgangselemente sind Uran, Aktinium und Thorium. Die Uranzerfallsreihe ergibt sich aus nachfolgender Tabelle.

Uran-Zerfallsreihe

Element	Halbwertszeit		Strahlung	Kernladungszahl	Gruppe im Periodensystem	Atomgewicht	isotope Elemente
Uran I	4,56 · 10 ⁹ Jahre		α	92	6	238	U
Uran X ₁	24,1	Tage	β	90	4	234	Th
Uran X ₂	1,14	Minuten	β	91	5	234	Pa
Uran II	2,7 · 10 ⁵ Jahre		α	92	6	234	U
Ionium	8,3 · 10 ⁴ Jahre		α	90	4	230	Th
Radium	1590	Jahre	α	88	2	226	Ra
Radon	3,825	Tage	α	86	0	222	Rn
Radium A	3,05	Minuten	α	84	6	218	Po
Radium B	26,8	Minuten	β	82	4	214	Pb
Radium C	19,7	Minuten	β	83	5	214	Bi
Radium C'	1,5 · 10 ⁻⁴ Sekunden		α	84	6	214	Po
Radium D	22	Jahre	β	82	4	210	Pb
Radium E	5,0	Tage	β	83	5	210	Bi
Radium F	138,3	Tage	α	84	6	210	Po
Radium G = Uranblei	beständig		—	82	4	206	Pb

(Zur besseren Übersicht wurden in der Tabelle die Abzweigungen zu Uran Z – aus Uran X₂ und Radium C'' – aus Radium C weggelassen.)

Die chemische Bindung

Die Atome verschiedener Elemente haben mehr oder weniger Affinität zueinander, d. h. ihre Neigung, sich miteinander zu verbinden, kann stärker oder geringer sein. Die Affinität und auch die Wertigkeit hängen entscheidend von der Zahl der Elektronen auf der äußersten Schale ab. Eine abgeschlossene Elektronenschale (*K-Schale* mit 2e, alle übrigen Schalen mit 8e) stellt einen sehr stabilen, energetisch begünstigten Zustand dar. Die Elemente streben danach, diesen Zustand zu erreichen. Dies läßt sich auf verschiedene Weise verwirklichen:

Heteropolare oder Ionen-Bindung

Ein Natrium-Atom besitzt auf seiner äußersten Schale (*M*-Schale) nur ein Elektron und ist bestrebt, dieses Elektron abzugeben. Ein Chlor-Atom hat auf seiner äußersten (*M*-)Schale sieben Elektronen, benötigt also zum Erreichen der angestrebten Achterschale noch ein weiteres. Es erhält dieses Elektron von einem Natrium-Atom. Bei diesem Austausch haben sich aber die elektrischen Ladungen der Gesamtatome verändert: Da Natrium ein negativ geladenes Elektron abgegeben hat, ist eine positive Kernladung nicht mehr ausgeglichen; der Komplex erscheint positiv geladen. Ein Chlor-Atom hat aber das negative Elektron des Natriums aufgenommen, ohne daß eine positive Kernladung dies neutralisieren könnte. Es erscheint demnach negativ. Solche elektrisch geladene Atome (oder Atomgruppen) nennt man **Ionen**. Ionen mit entgegengesetzter Ladung ziehen sich an, binden sich. Man setzt die Ladung als $+$ oder $-$ rechts oben neben das Elementsymbol: Natrium-Ion Na^+ , Chlor-Ion Cl^- .

Beim Kochsalz NaCl ist dieser Ladungszustand bereits im Kristall ausgebildet. Die Ionen formieren dort ein regelmäßiges Kristallgitter, in dem sich positive Natrium-Ionen und negative Chlor-Ionen abwechseln. Löst man Kochsalz in Wasser auf, so schieben sich die Wassermoleküle zwischen die Ionen und trennen sie voneinander. Sie bleiben aber auch in der Lösung erhalten. Da sich die elektrischen Ladungen nach allen Seiten im Raum erstrecken, kann man bei solchen Ionen-Bindungen eigentlich nicht von streng abgegrenzten Molekülen sprechen, sondern eher von großen Ionen-Verbänden.

Zur Ionen-Bindung neigen Elemente, die auf der äußersten Schale nur ein oder zwei Elektronen besitzen und diese daher leicht abgeben können. Ordnet man die Elemente nach ihrer Ordnungszahl und unterbricht die Reihe jeweils dann, wenn die gleiche Elektronenzahl auf der äußersten Schale erreicht ist, dann kann man nach dem Untereinandersetzen der gleich gebauten Elemente ein sogenanntes **Periodensystem der Grundstoffe [PSG]** erhalten. In der 1. Gruppe (senkrechte Spalte) finden sich dann die Elemente Lithium, Natrium, Kalium, Rubidium, Cäsium (und Francium), die alle nur ein einziges Elektron auf der äußersten Schale tragen. Sie bilden demnach alle einfach positiv geladene Ionen: Li^+ , Na^+ usw. In der 2. Gruppe des PSG befinden sich alle Elemente mit zwei Elektronen auf der äußersten Schale: Beryllium, Magnesium, Calcium, Strontium, Barium, Radium. Sie bilden folglich alle zweifach positiv geladene Ionen: Be^{++} , Mg^{++} usw.

Zur Ionen-Bindung neigen ferner alle Elemente, die zur Erreichung der Achterschale nur ein Elektron benötigen. Man findet sie sinngemäß in der 7. Gruppe des PSG: Fluor, Chlor, Brom, Jod (und Astatium). Durch die Aufnahme des Elektrons werden sie einfach negativ: F^- , Cl^- usw. Die Ionenwertigkeit entspricht also der Zahl der aufgenommenen oder abgegebenen Elektronen. Die Elektronen der äußersten Schale werden daher auch **Valenz- (Wertigkeits-) Elektronen** genannt. Hat ein Element von Natur aus eine volle Achterschale (oder im Fall des Heliums eine volle Zweierschale), dann zeigt es keine Neigung, sich mit anderen Elementen zu verbinden, es ist reaktionsträge. Dies gilt für alle sogenannten Edelgase: Helium, Neon, Argon, Krypton, Xenon (und Radon). Der Zustand einer abgeschlossenen Schale wird daher auch Edelgaskonfiguration genannt.

Homöopolare oder Atom-Bindung

Elemente, die mehr in der Mitte des PSG stehen, vermögen nicht so leicht, Elektronen abzugeben oder aufzunehmen. Ihr positiver oder negativer Ladungszustand, die Energie für die Verschiebung der Elektronen wären zu groß. Sie erreichen daher auf andere Weise die Edelgaskonfiguration (Achterschale). Beim Wassermolekül benutzen beispielsweise die beiden Wasserstoffatome je ein Elektron des Sauerstoffs auf ihrer (*K*-)Schale mit, stellen dafür aber auch ihr eigenes Elektron gleichzeitig dem Sauerstoff zur Mitbenutzung zur Verfügung. Anders ausgedrückt: Wasserstoff und Sauerstoff teilen sich in die vorhandenen Elektronen, geben sie nicht vollständig ab und nehmen sie auch nicht vollständig auf:



Das Periodensystem der Elemente (Atomgewichte 1961 mit Berichtigungen 1965, jeweils bezogen auf das Isotop ^{12}C)

Periode	Gruppe 0	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III	Gruppe IV	Gruppe V	Gruppe VI	Gruppe VII	Gruppe VIII
1	0 n	1 H Wasserstoff 1,00797							
2	2 He Helium 4,0026	3 Li Lithium 6,939	4 Be Beryllium 9,0122	5 B Bor 10,811	6 C Kohlenstoff 12,01115	7 N Stickstoff 14,0067	8 O Sauerstoff 15,9994	9 F Fluor 18,9984	
3	10 Ne Neon 20,183	11 Na Natrium 22,9898	12 Mg Magnesium 24,312	13 Al Aluminium 26,9815	14 Si Silicium 28,086	15 P Phosphor 30,9738	16 S Schwefel 32,064	17 Cl Chlor 35,453	
4	18 Ar Argon 39,948	19 K Kalium 39,102	20 Ca Calcium 40,08	21 Sc Scandium 44,956	22 Ti Titan 47,90	23 V Vanadium 50,942	24 Cr Chrom 51,996	25 Mn Mangan 54,9380	26 Fe Eisen 55,847
		29 Cu Kupfer 63,546	30 Zn Zink 65,37	31 Ga Gallium 69,72	32 Ge Germanium 72,59	33 As Arsen 74,9216	34 Se Selen 78,96	35 Br Brom 79,904	27 Co Kobalt 58,9332
5	36 Kr Krypton 83,80	37 Rb Rubidium 85,47	38 Sr Strontium 87,62	39 Y Yttrium 88,905	40 Zr Zirkonium 91,22	41 Nb Niob 92,906	42 Mo Molybdän 95,94	43 Tc Technetium [99]	44 Ru Ruthenium 101,07
		47 Ag Silber 107,868	48 Cd Cadmium 112,40	49 In Indium 114,82	50 Sn Zinn 118,69	51 Sb Antimon 121,75	52 Te Tellur 127,60	53 J Jod 126,9044	45 Rh Rhodium 102,905
6	54 Xe Xenon 131,30	55 Cs Caesium 132,905	56 Ba Barium 137,34	57-71 Lanthanoide s. u. *)	72 Hf Hafnium 178,49	73 Ta Tantal 180,948	74 W Wolfram 183,85	75 Re Rhenium 186,2	76 Os Osmium 190,2
		79 Au Gold 196,967	80 Hg Quecksilber 200,59	81 Tl Thallium 204,37	82 Pb Blei 207,19	83 Bi Wismut 208,980	84 Po Polonium [210]	85 At Astatium [210]	77 Ir Iridium 192,2
7	86 Rn Radon [222]	87 Fr Francium [223]	88 Ra Radium [226,05]	89-103 Actinoide s. u. **)					78 Pt Platin 195,09

*) Lanthanoide

57 La Lanthan 138,91	58 Ce Cer 140,12	59 Pr Praseodym 140,907	60 Nd Neodym 144,24	61 Pm Promethium [147]	62 Sm Samarium 150,35	63 Eu Europium 151,96	64 Gd Gadolinium 157,25	65 Tb Terbium 158,924	66 Dy Dysprosium 162,50	67 Ho Holmium 164,930	68 Er Erbium 167,26	69 Tm Thulium 168,934	70 Yb Ytterbium 173,04	71 Lu Lutetium 174,97
----------------------------	------------------------	-------------------------------	---------------------------	------------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-------------------------------	-----------------------------	-------------------------------	-----------------------------	---------------------------	-----------------------------	------------------------------	-----------------------------

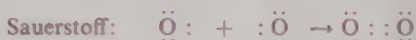
**) Actinoide

89 Ac Actinium [227]	90 Th Thorium 232,038	91 Pa Protactinium [231]	92 U Uran 238,03	93 Np Neptunium [237]	94 Pu Plutonium [242]	95 Am Americium [243]	96 Cm Curium [247]	97 Bk Berkelium [247]	98 Cf Californium [249]	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium [253]	101 Md Mendelevium [256]	102 No Nobelium [254]	103 Lr Lawrencium [257]
----------------------------	-----------------------------	--------------------------------	------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	--------------------------	-----------------------------	-------------------------------	-------------------------------	----------------------------	--------------------------------	-----------------------------	-------------------------------

Masse des langlebigsten der bekannten Isotope in []. (Bei den Elementen 43, 61 und 84 Masse des am besten untersuchten Isotops.)

Wie man sieht, besitzt jetzt jedes Wasserstoffatom eine mit zwei Elektronen abgeschlossene K-Schale, das Sauerstoffatom aber auch eine mit acht Elektronen abgeschlossene L-Schale. Bei der Atom-Bindung werden Elektronen gemeinsam benutzt. Man kann die Bindung statt durch Punkte auch durch einen Strich (Valenzstrich) verdeutlichen. Dann ist das Wassermolekül als $\text{H}-\text{O}-\text{H}$ wiederzugeben; ein Valenzstrich entspricht einem Elektronenpaar.

Auf diese Weise setzen sich auch die Atome der gasförmigen Elemente allgemein in den Besitz einer Achterschale. Je zwei Atome vereinigen sich unter gemeinsamer Benutzung eines Elektronenpaares (wenn es sich um einwertige Elemente handelt) oder mehrerer Elektronenpaare (wenn es sich um mehrwertige Elemente handelt):



Hieraus folgt, daß man elementare Gase in Gleichungen nicht atomar, sondern biatomar schreiben muß, zum Beispiel:



Verbindungen mit Atom-Bindung leiten den elektrischen Strom nicht, da keine Ladungsträger (Ionen) auftreten.

Metallbindung

In einem Metall sind die Atome gitterartig geordnet wie in einem Kristall. Die Elektronen der äußersten Schale gehören jedoch einem Kern nicht streng an, sondern sind von einem zum anderen Atom verschiebbar. Insgesamt allerdings gleichen sich die positiven Kernladungen und die negativen Elektronenladungen vollständig aus, wobei letztere wie eine Art beweglichen „Kitts“ für den Zusammenhalt sorgen. Hieraus erklärt sich auch die elektrische Leitfähigkeit eines Metalldrahtes: Legt man eine Spannung an die Enden des Drahtes, so werden die beweglichen Elektronen an den positiven Pol gezogen, während vom negativen Pol neue Elektronen aus dem Vorrat des Spannungsträgers (zum Beispiel einer Batterie) nachfließen. Elektrischer Strom fließt also stets dann, wenn Elektronen in einem Leiter fließen.

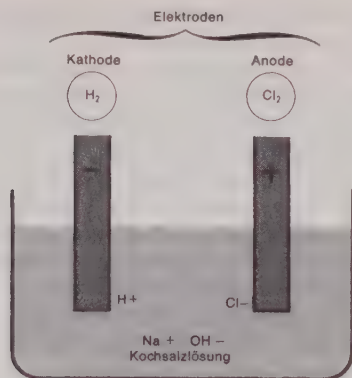
Ionenlehre

Nicht nur Metalle leiten den elektrischen Strom. Dies tun auch Lösungen von Säuren, Laugen und Salzen. Offenbar verschieben sich auch hierin elektrisch geladene Teilchen, eben die Ionen, unter dem Einfluß einer Spannungsquelle. Während die Stromleitung bei Metallen ohne Veränderung des Leiters (Drahtes) vor sich geht (Leiter 1. Klasse), werden die ionenhaltigen Flüssigkeiten beim Stromdurchgang zersetzt, was man bei der Elektrolyse ausnutzt (Leiter 2. Klasse).

Bei der Elektrolyse einer wässrigen Kochsalzlösung befinden sich in der Flüssigkeit positiv geladene Natrium-Ionen Na^+ und negativ geladene Chlor-Ionen Cl^- (siehe Ionen-Bindung). Die Wassermoleküle sind homöopolar gebunden und damit nach außen hin neutral (eine schwache Ladungsverschiebung innerhalb des Wassermoleküls wird als Dipolmoment bezeichnet, ist hier aber ohne größere Bedeutung). Ein ganz geringer Prozentsatz (etwa ein Molekül je 555 Millionen) ist jedoch auch beim Wasser in Ionen aufgespalten (dissoziiert):



*Die Elektrolyse einer Kochsalzlösung
(Erklärung siehe unten)*



In der Kochsalzlösung befinden sich demnach insgesamt vier Arten von Ionen: Na^+ , Cl^- , H^+ , OH^- . Legt man nun an die Lösung eine elektrische Spannung an, indem man Elektroden eintaucht, so wandern die positiv geladenen Ionen (Na^+ , H^+) an die Kathode, die negativ geladenen Ionen (Cl^- , OH^-) an die Anode. Dort werden sie entladen, und zwar zunächst diejenigen, die am leichtesten Elektronen aufnehmen oder abgeben. An der Kathode ist dies das Wasserstoff-Ion (vor dem Natrium-Ion); es geht in atomaren Wasserstoff über. Als bald lagern sich zwei Atome Wasserstoff zum biatomaren Wasserstoffgas zusammen, das an der Kathode aufsteigt. An der Anode gibt das Chlor-Ion (vor dem Hydroxid-Ion) sein Elektron ab und geht in den Zustand des elementaren Chlors über. Zwei Atome Chlor lagern sich zum biatomaren Chlorgas zusammen, das an der Anode aufsteigt. Ergebnis: Bei der Elektrolyse einer wässrigen Kochsalzlösung bildet sich an der Kathode Wasserstoffgas, an der Anode Chlorgas; in der Flüssigkeit bleiben Natrium-Ionen und Hydroxid-Ionen zurück, die den Charakter einer Natronlauge bedingen.

Ionen, die zur Kathode wandern, heißen allgemein **Kationen**, solche, die zur Anode wandern, **Anionen**. Wasserstoff und Metalle bilden positiv geladene Kationen, die Hydroxidgruppe und die Säurereste bilden negativ geladene Anionen.

Unter diesem Gesichtspunkt der Ionenlehre kann man auch den Vorgang der **Neutralisation** betrachten. Säuren sind dann Verbindungen, die in wässriger Lösung in positiv geladene Wasserstoff-Ionen und negativ geladene Säurerest-Ionen gespalten (dissoziiert) sind. Beispiele:



Laugen sind demgemäß Verbindungen, die in wässriger Lösung in positiv geladene Metall-Ionen und negativ geladene Hydroxid-Ionen gespalten (dissoziiert) sind. Beispiele:



Die Neutralisation besteht dann in einer Vereinigung der Ionen H^+ und OH^- zu undissoziiertem Wasser (Wasser ist ja praktisch undissoziiert, homöopolar gebunden):



Wie man sieht, bleiben außer Wasser noch die Ionen des Kochsalzes in der Lösung erhalten. Bei der Wasserbildung im Rahmen der Neutralisation handelt es sich also um eine **Ionenreaktion**.

Solche Reaktionen sind für viele Vorgänge in der anorganischen Chemie verantwortlich und verlaufen außerordentlich schnell.

Für die Stärke einer Säure ist die in wässriger Lösung gebildete Menge von H^+ -Ionen verantwortlich: Je mehr H^+ -Ionen durch Dissoziation gebildet werden, desto stärker ist die Säure. Ganz Entsprechendes gilt für die Stärke einer Lauge: Je mehr OH^- -Ionen durch Dissoziation gebildet werden, desto stärker ist die Lauge.

Wie erwähnt, ist auch Wasser in äußerst geringem Maße dissoziiert. Hier halten sich H^+ und OH^- genau die Waage, so daß das Wasser neutral reagiert. Man hat die Konzentration der Wasserstoff-Ionen im Wasser experimentell bestimmt und den außerordentlich kleinen Wert von $10^{-7} g$ ($\approx 10000 mg$) je Liter gefunden. Die Hochzahl (7) benutzt man zur Definition des sogenannten *pH-Wertes* (als *pH-Wert* bezeichnet man den negativen Logarithmus der Wasserstoff-Ionenkonzentration). Für eine neutrale Flüssigkeit wie Wasser liegt er demnach bei 7 (*pH* 7). Für Säuren ist die Wasserstoff-Ionenkonzentration größer, zum Beispiel $10^{-6} g$ je Liter. Also ist der *pH-Wert* von Säuren kleiner als 7 (im Beispiel: 6). Bei Laugen überwiegt die Konzentration der *OH*-Gruppen, die Wasserstoff-Ionenkonzentration sinkt beispielsweise auf $10^{-8} g$ je Liter ab. Diese Lauge hätte einen *pH-Wert* von 8. Allgemein: Laugen haben einen *pH-Wert*, der größer als 7 ist.

Mit Hilfe des *pH-Wertes* kann man die Stärke einer Säure oder Lauge angeben. Indikatoren (Lackmus, Methylorange, Methylrot, Phenolphthalein) messen durch Farbwechsel *pH-Wert* einer Lösung.

Die Dissoziation nimmt mit steigender Verdünnung und mit erhöhter Temperatur zu.

Das Verhalten einiger Indikatoren bei verschiedenen pH-Bereichen

Indikator	Farbe im sauren Bereich	Farbe beim Umschlag	Farbe im alkalischen Bereich	Umschlagspunkt bei pH	Umschlagsbereich
Lackmus	rot	violett	blau	7	5,0–8,0
Methylorange	rot	gelbrot	gelb	4	3,1–4,4
Methylrot	rot	gelbrot	gelb	5	4,2–6,3
Phenolphthalein	farblos	rosa	rot	9	8–10

Redoxvorgänge und Spannungsreihe

Wir haben bisher eine Oxidation als die Vereinigung eines Stoffes mit Sauerstoff definiert. Beispiel: Magnesium verbindet sich mit Sauerstoff zu Magnesiumoxid. Nach der Bindungslehre gibt das Magnesiumatom hierbei seine beiden Außenelektronen an den Sauerstoff ab und wird positiv, der Sauerstoff wird negativ geladen:



Was hier bei einer Oxidation geschieht, spielt sich aber grundsätzlich auch bei allen anderen Vorgängen mit Elektronenübertragungen ab. Beispiel: Magnesium wandelt sich mit Chlorgas in Magnesiumchlorid um; auch hier gibt das Magnesium seine beiden Außenelektronen ab, und zwar an das Chlor.

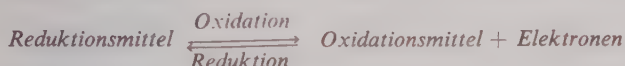


Wegen dieser Übereinstimmung hat man den Begriff **Oxidation** erweitert. Früher verstand man (wie bisher gebracht) darunter nur die Vereinigung eines Stoffes mit Sauerstoff. Heute versteht man

unter Oxidation jede Abgabe von Elektronen. Magnesium ist also in beiden Fällen oxidiert worden, da es Elektronen abgab. **Oxidationsmittel** sind dann also Stoffe (wie Sauerstoff oder Chlor), die einem anderen Elektronen entziehen.

Entsprechend hat sich der Begriff der **Reduktion** gewandelt. Früher verstand man darunter nur den Entzug von Sauerstoff aus einer sauerstoffhaltigen Verbindung. Heute definiert man als Reduktion jede Aufnahme von Elektronen. In unseren Beispielen sind demnach Sauerstoff und Chlor reduziert worden, da sie Elektronen aufgenommen haben. **Reduktionsmittel** sind also Stoffe (wie in unserem Fall Magnesium), die einem anderen Elektronen liefern.

Damit erscheinen zum Beispiel auch die Vorgänge bei der Elektrolyse als Reduktions- und Oxidationsvorgänge (kurz: **Redoxvorgänge**). An der Kathode werden jeweils Elektronen zugeführt, also Stoffe reduziert. An der Anode werden jeweils Elektronen abgegeben, also Stoffe oxidiert. Es bestätigt sich erst jetzt ganz allgemein der Satz: *Jede Reduktion ist mit einer Oxidation gekoppelt und umgekehrt*. Redoxvorgänge sind durch folgende Beziehung verbunden:



Es wurde bereits festgestellt, daß die Neigung der Elemente, ihre Elektronen abzugeben oder aufzunehmen, verschieden groß ist. Beispiele: Bei Natrium ist die Tendenz zur Elektronenabgabe stärker als bei Wasserstoff; bei Chlor ist die Tendenz zur Elektronenaufnahme schwächer als bei der Hydroxidgruppe. Ordnet man die Elemente (und auch die Säurereste usw.) nach dem Grad ihrer Reduktions- oder Oxidationskraft, so erhält man die sogenannte **Spannungsreihe**. In der Spannungsreihe stehen die Elemente mit der stärksten Neigung zur Elektronenabgabe (stärkste Reduktionsmittel) oben, die mit der stärksten Neigung zur Elektronenaufnahme (stärkste Oxidationsmittel) unten. Jedes höherstehende Element vermag jedem tieferstehenden seine Elektronen zu liefern. Als Maß für die Tendenz zur Elektronenübertragung gibt man die Spannungsdifferenzen (Normalpotentiale) an, wobei der Wasserstoff zum Bezugselement verwendet wird.

Spannungsreihe von Metallen

Red. $\rightleftharpoons$ Ox.	+	⊖	ε_0 (Volt)
K $\rightleftharpoons$ K $^+$	+	⊖	-2.92
Ca $\rightleftharpoons$ Ca $^{++}$	+ 2	⊖	-2.87
Na $\rightleftharpoons$ Na $^+$	+	⊖	-2.71
Mg $\rightleftharpoons$ Mg $^{++}$	+ 2	⊖	-2.34
Al $\rightleftharpoons$ Al $^{+++}$	+ 3	⊖	-1.67
Mn $\rightleftharpoons$ Mn $^{++}$	+ 2	⊖	-1.05
Zn $\rightleftharpoons$ Zn $^{++}$	+ 2	⊖	-0.76
Cr $\rightleftharpoons$ Cr $^{+++}$	+ 3	⊖	-0.71
Fe $\rightleftharpoons$ Fe $^{++}$	+ 2	⊖	-0.44
Cd $\rightleftharpoons$ Cd $^{++}$	+ 2	⊖	-0.40
Co $\rightleftharpoons$ Co $^{++}$	+ 2	⊖	-0.28
Ni $\rightleftharpoons$ Ni $^{++}$	+ 2	⊖	-0.25
Sn $\rightleftharpoons$ Sn $^{++}$	+ 2	⊖	-0.14
Pb $\rightleftharpoons$ Pb $^{++}$	+ 2	⊖	-0.13
H $_2$ $\rightleftharpoons$ 2 H $^+$	+ 2	⊖	± 0.00
Cu $\rightleftharpoons$ Cu $^{++}$	+ 2	⊖	+ 0.35
Ag $\rightleftharpoons$ Ag $^+$	+	⊖	+ 0.81
Hg $\rightleftharpoons$ Hg $^{++}$	+ 2	⊖	+ 0.85
Au $\rightleftharpoons$ Au $^{+++}$	+ 3	⊖	+ 1.42
Pt $\rightleftharpoons$ Pt $^{++}$	+ 2	⊖	+ 1.60

Die Bedeutung des Periodensystems

Im Periodensystem der Grundstoffe (PSG) sind alle Elemente sinnvoll geordnet. Die Idee für das Ordnungsprinzip stammt von *Lothar Meyer* und *Dimitrij Mendelejeff* (1869). Sie fanden, daß nach bestimmten Abständen immer wieder Elemente mit ähnlichen Eigenschaften auftreten, wenn man die Grundstoffe in der Reihenfolge ihres Atomgewichts aufstellt. Setzt man die betreffenden Elemente untereinander, so erhält man 9 Vertikalspalten, die sogenannten Gruppen 0 bis 8. Horizontal ergeben sich 7 sogenannte Perioden. Von den Hauptgruppen gliedern sich Nebengruppen ab, die von Elementen gebildet werden, bei denen tiefere Schalen später mit Elektronen aufgefüllt werden.

Dieses seinerzeit rein empirisch gefundene System hat sich heute als Ausdruck der im Atombau begründeten Eigenschaften der Elemente erwiesen. Die Grundstoffe der Gruppen (Hauptgruppen) 1 bis 7 enthalten auch 1 bis 7 Elektronen auf der äußersten Schale, so daß auch ihre Hauptwertigkeiten zwischen 1 und 7 schwanken. Von der 4. Gruppe ab nimmt die Wertigkeit gegen Wasserstoff von 4 auf 1 ab und ergibt zusammen mit der Wertigkeit gegen Sauerstoff immer die Summe 8. In der Gruppe 8 stehen nur Nebengruppenelemente, und in Gruppe 0 finden sich die Edelgase mit abgeschlossener Achterschale (Edelgaskonfiguration). Innerhalb einer Gruppe nimmt der Metallcharakter mit dem Atomgewicht zu. Innerhalb einer Periode liegen die Metalle am Anfang, die Nichtmetalle am Schluß.

Die Bedeutung des PSG lag bei seiner Aufstellung in der Tatsache, daß man Lücken im System entdecken und nach den fehlenden Elementen Ausschau halten konnte. So fand man auf Grund derartiger Voraussagen zum Beispiel die Elemente Germanium, Scandium, Gallium, Hafnium und Rhenium. Auch bei der Einordnung der später künstlich hergestellten Elemente erwies sich die Brauchbarkeit des PSG. Heute bietet das System dem Chemiker die Möglichkeit, die Grundstoffe in Ähnlichkeitsgruppen einzuteilen, deren Eigenschaften sich leicht merken und vergleichen lassen. Dies tritt vor allem bei den Hauptgruppen 1 (Alkalimetalle) und 7 (Halogene) klar hervor. Wir wollen darauf noch eingehen.

Vorausgesagte und gefundene Eigenschaften des Germaniums

	Eka-Silicium	Germanium
Atomgewicht	72	72,6
Spezifisches Gewicht	5,5	5,35
Atomvolumen (ccm)	13	13,6
Formel des Oxids	EsO ₂	GeO ₂
Spezifisches Gewicht des Oxids	4,7	4,7
Formel des Chlorids	EsCl ₄	GeCl ₄
Spezifisches Gewicht des Chlorids	1,9	1,88
Siedepunkt des Chlorids	57–100°	83°
Formel der Äthylverbindung	Es(C ₂ H ₅) ₄	Ge(C ₂ H ₅) ₄
Spezifisches Gewicht der Äthylverbindung	0,96	0,99
Siedepunkt der Äthylverbindung	160°	163°
Sulfid	Ist in Ammoniumsulfid löslich	bestätigt
Oxid	Hat überwiegend sauren Charakter und ist leicht reduzierbar	bestätigt
Fluorid	Bildet ein Kaliumsalz K ₂ [EsF ₆], das leichter löslich als K ₂ [SiF ₆] ist	bestätigt

Die Alkalimetalle

Als Alkalimetalle faßt man die Elemente Lithium, Natrium, Kalium, Rubidium, Cäsium und Francium zusammen. Francium bleibt im allgemeinen außer Betracht, da nur Spuren rasch zerfallender Isotope dieses Elements bekannt sind. Alle Alkalimetalle besitzen auf ihrer äußersten Schale ein einziges Elektron (1. Hauptgruppe des PSG). Die hierdurch bedingte Ähnlichkeit und die regelmäßige Veränderung der physikalischen Eigenschaften mit steigendem Atomgewicht gibt die Tabelle wieder. Ganz analog sind auch die chemischen Eigenschaften der Alkalimetalle zu vergleichen. Sie reagieren alle mit Wasser unter Bildung von Wasserstoff und einer Lauge, wobei die Heftigkeit der Reaktion von Lithium bis Cäsium ansteigt. Das gleiche gilt für die Vereinigungen der Alkalimetalle mit Chlor. Alle Vertreter der Elementfamilie lassen sich durch Schmelzelektrolyse aus den Hydroxiden oder Chloriden herstellen.

In der Praxis sind nur die Verbindungen des *Natriums* und des *Kaliums* von größter Bedeutung. Kaliumsalze (Kaliumnitrat) stellen wichtige Düngemittel dar.

Vergleichende Übersicht über die Gruppe der Alkalimetalle

Die graduelle Änderung der physikalischen Eigenschaften der Elemente Lithium, Natrium, Kalium, Rubidium und Cäsium mit steigendem Atomgewicht geht aus der folgenden Zusammenstellung hervor:

	Lithium	Natrium	Kalium	Rubidium	Cäsium
Atomgewicht	6,940	22,991	39,100	85,48	132,91
Spezifisches Gewicht	0,534	0,97	0,86	1,52	1,87
Schmelzpunkt	179°	97,8°	63,5°	39,0°	28,45°
Siedepunkt	1340°	883°	760°	696°	708°
Schmelzwärme, kcal/Mol	0,76	0,63	0,57	0,53	0,50
Verdampfungswärme, kcal/Mol	32,25	23,12	18,92	18,06	16,32
Farbe der Oxide Me_2O	weiß	weiß	gelblichweiß	hellgelb	orange gelb
Elektropositiver Charakter	nimmt zu				

Die Halogene

Als Salzbildner oder Halogene faßt man die Elemente der 7. Hauptgruppe zusammen: Fluor, Chlor, Brom, Jod und Astatium. Astatium ist nur als unbeständiges radioaktives Element bekannt und bleibt hier unberücksichtigt. Der Name Halogene leitet sich davon ab, daß die betreffenden Elemente mit Metallen unmittelbar (ohne den Umweg über Neutralisationsreaktionen oder dergleichen) Salze zu bilden vermögen. In einer Tabelle lassen sich die physikalischen Eigenschaften der Halogene als Elementfamilie eindrucksvoll vergleichen: Die Existenz von 7 Elektronen auf der äußersten Schale bedingt wiederum ähnliches Verhalten.

Chemisch äußert sich die Reaktionsfähigkeit am stärksten bei *Fluor*, am schwächsten bei *Jod*. Deshalb verdrängt das leichtere Halogen jeweils das schwerere aus seinen Wasserstoffverbindungen. Die Affinität zum Sauerstoff nimmt vom Fluor zum Jod hin zu.

Am wichtigsten für die Praxis sind die Verbindungen des *Chlors*. Chlor selbst gewinnt man technisch durch Elektrolyse von Natriumchloridlösung als gelbgrünes, erstickend riechendes, sehr giftiges Gas. Im Labor stellt man es aus Braunstein (MnO_2) oder Kaliumpermanganat (KMnO_4) und konzentrierter Salzsäure (HCl) her. Salzsäure ist aus Kochsalz zugänglich, das man mit konzentrierter Schwefelsäure behandelt. Technisch gewinnt man sie meist durch Synthese aus den Elementen Wasserstoff und Chlor.

Der Nachweis der Chloride erfolgt mit Silbernitratlösung. Es bildet sich ein weißer, käsiger Niederschlag von Silberchlorid (AgCl), der am Licht dunkelt (Grundlage der Fotografie). Bromide liefern unter den gleichen Bedingungen einen gelblichweißen, Jodide einen gelben Niederschlag. An den Beispielen der Alkalimetalle und der Halogene sollte gezeigt werden, daß die Gruppen des PSG Elemente ähnlicher Eigenschaften zusammenfassen. Im folgenden werden nur einzelne, besonders wichtige Grundstoffe ohne Beziehung zum PSG herausgegriffen, da deren Einbau in das System im gegebenen Rahmen nicht möglich ist.

Vergleich der Eigenschaften der Halogene

	Fluor	Chlor	Brom	Jod
Atomgewicht	19,000	35,457	79,916	126,91
Spezifisches Gewicht	1,108 fl.	1,57 fl.	3,14	4,942
Schmelzpunkt	- 218,0°	- 102,4°	- 7,3°	+ 113,7°
Siedepunkt	- 187,9°	- 34,0°	+ 58,8°	+ 184,5°
Farbe im Gaszustand	fast farblos	gelbgrün	rotbraun	violett
Nichtmetallcharakter	→ nimmt ab →			
Allgemeine Reaktionsfähigkeit	→ nimmt ab →			
Affinität zum Wasserstoff	→ nimmt ab →			
Affinität zum Sauerstoff	→ nimmt zu →			

Wichtige Metalle

Magnesium

Magnesium ist ein biegsames, silberglänzendes Metall, das sich an der Luft mit einer grauen Oxidschicht bedeckt und dadurch vor weiterer Einwirkung geschützt wird. Es läßt sich entzünden und brennt mit heller Flammenerscheinung ab. Wegen seiner geringen Härte ist das Metall in reinem Zustand als Werkstoff nicht zu verwenden, wird aber durch Beimengungen von Aluminium, Zink oder Mangan hart. Als Legierungen bezeichnet man Gemische von Metallen, die im geschmolzenen Zustand gewonnen wurden und dann erkalteten. Die Gewinnung des reinen Magnesiums erfolgt auf dem Weg über die Schmelzelektrolyse aus Magnesiumchlorid.

Aluminium

Aluminium kommt in Verbindungsform sehr häufig in der Natur vor (Feldspat, Kaolin, Korund, Bauxit), kann aber nur durch hohe elektrische Energie freigesetzt werden: Schmelzelektrolyse von Bauxit. In seinen Eigenschaften erinnert es an das Magnesium: Silberweißes, biegsames Metall mit guter Leitfähigkeit für Wärme und Elektrizität, bedeckt sich an der Luft mit einer widerstandsfähigen Oxidschicht und gewinnt durch Legierung mit Kupfer, Magnesium, Mangan und anderen Elementen bedeutend an Härte.

Eisen

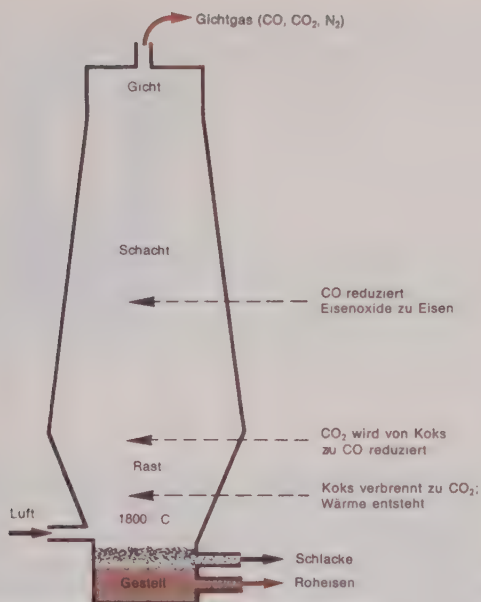
Das heute wichtigste Gebrauchsmetall Eisen kommt elementar in der Natur nur in Form von Meteoreisen vor, ist aber in Verbindungen nicht selten. Am bedeutendsten sind die für die Gewinnung benötigten Oxide: Magnet Eisenstein Fe_3O_4 als eisenreichstes Erz, Roteisenstein Fe_2O_3 , Brauneisenstein Fe_2O_3 (wasserhaltig). Dazu kommt als Carbonat der Spateisenstein FeCO_3 sowie ein schwefelhaltiges Erz, der Pyrit FeS_2 . Da Schwefel die Qualität des zu gewinnenden Eisens mindern würde, muß der Pyrit erst geröstet, d. h. unter Luftzutritt geglüht werden; es entsteht dabei neben Fe_2O_3 auch Schwefeldioxid SO_2 , das für die Schwefelsäureproduktion benötigt wird.





▲ Diese Konverter in einer Eisenhütte fassen 300 t Roheisen. In den trommelförmigen Zylindern wird flüssiges Roheisen verblasen, um unedlere Begleitelemente bei der Stahlerzeugung zu entfernen. Die Schrottmenge beträgt 20–30 % der Konverterfüllung

◄ Vorhergehendes Bild: Kristalle gehören zu den Wundern der Natur. Es sind gleichmäßig geformte Mineralien verschiedenster Gestalt. Ihre Bildung erfolgt vorwiegend aus übersättigten, wäßrigen oder Schmelzlösungen. Die Mannigfaltigkeit ihres Vorkommens geht daraus hervor, daß man 6 Kristallsysteme zu 32 Kristallklassen mit 230 Raumgruppen unterscheidet



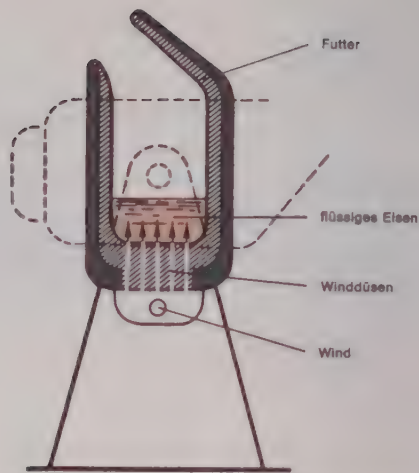
Die Vorgänge im Hochofen
(vereinfachtes Schema)

Verarbeitung [Verhüttung] der Erze im Hochofen

Bei dem Vorgang handelt es sich chemisch um eine Reduktion der Oxide mittels Kohlenstoff (aus Koks). Der Koks-kohlenstoff ist aber als solcher nicht für die Reduktion verwendbar. Durch Einblasen von Luft in das auf $1800\text{ }^{\circ}\text{C}$ erhitzte Erz-Koks-Gemisch entsteht zunächst Kohlenmonoxid. Dieses entzieht den Oxiden des Eisens den Sauerstoff, wodurch elementares Eisen und Kohlendioxid gebildet werden. Sekundär kann dann auch fein verteilter Kohlenstoff entstehen, der zum Teil an der Reduktion der oxidischen Erze mitwirkt, zum Teil aber auch in das entstehende Roheisen gelangt und dessen Qualität beeinflusst. Im unteren Abschnitt des Hochofens, in dem die Verhüttung stattfindet, fließt das Roheisen ins Gestell ab. Oben ziehen die nicht mehr benötigten Gase (Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Stickstoff aus der Luft) als Gichtgas ab. Damit der Hochofen kontinuierlich arbeiten kann, wird ständig von oben her neues Material (Erz, Koks) nachgefüllt. Als sogenannten Zuschlag gibt man Kalk- oder Quarzgesteine bei, die einen günstigen Flüssigkeitsgrad der Schmelze einstellen sollen. Als Schlacke sammeln sich über dem Roheisen diese Beimengungen schließlich wieder an. Ein Hochofen bleibt jahrelang in Betrieb. Das Roheisen enthält 2–4 Prozent Kohlenstoff und Beimengungen von Silizium, Phosphor und Schwefel. Hierdurch wird es sehr spröde, läßt sich weder schmieden noch schweißen und schmilzt beim Erhitzen plötzlich, ohne vorher allmählich weich geworden zu sein. Eine Art des Roheisens findet als Gußeisen unmittelbar Verwendung (fertige Ofenteile, Rohre usw.). Die größte Menge aber wird auf Stahl weiterverarbeitet. Unter Stahl versteht man jedes schmiedbare Eisen (Kohlenstoffgehalt niedriger als 1,7 Prozent). Da das Material allmählich erweicht, kann man es gut bearbeiten.

Verarbeitung des Roheisens auf Stahl nach verschiedenen Verfahren

Beim sogenannten **Windfrischen** bläst man Luft durch flüssiges Roheisen hindurch, wobei die Verunreinigungen oxidiert und als Schlacken ausgeschleudert werden (*Bessemer-Verfahren*). Der Vorgang läuft in großen birnenartig geformten Konvertern ab. Kleidet man den Konverter



Schematische Darstellung
eines Konverters zur Stahlerzeugung

mit Kalkmaterial aus, so werden auch Beimengungen von Phosphor verschlackt, die andernfalls im Roheisen nicht zu beseitigen wären (Thomas-Verfahren). Die entstehende Schlacke ist calcium- und phosphorreich und dient – fein vermahlen – als Düngemittel (Thomasmehl). In den letzten Jahren hat sich das sogenannte LD-Verfahren durchgesetzt, bei dem reiner Sauerstoff von oben auf das flüssige Roheisen im Konverter aufgeblasen wird. Dadurch vermeidet man die Abkühlung durch den nicht reagierenden Stickstoff der Luft und erhält auch qualitativ besseren Stahl. Der reine Sauerstoff wird nach dem Lindeverfahren gewonnen. Beim Herdfrischverfahren mischt man Roheisen mit Schrott und oxidischen Erzen auf einem offenen Herd und bläst eine Flamme (zum Beispiel von Gichtgas gespeist) darüber. Entsprechende Auskleidung des Herdes sorgt für die Bildung von Schlacke, in die die Beimengungen aufgenommen werden.

Besonders hochwertigen Stahl erhält man aus Stahl, den man in der genannten Weise erzeugt hat, durch Umschmelzen im Elektroofen mit Hilfe eines Lichtbogens. Zusätze von Chrom, Nickel, Wolfram, Kobalt und anderen Metallen ergeben Legierungen für die verschiedensten Verwendungszwecke.

Reines Eisen

Stahlsorten	Legierungsanteile außer Eisen	Eigenschaften	Verwendung
Invarstahl	36% Ni	geringe Ausdehnung beim Erwärmen	Präzisionsmeßinstrumente
V2A-Stahl	20% Cr, 8% Ni, je 0,2% Si, C, Mn	chemisch widerstandsfähig	Gebrauchsgegenstände, Chemotechnik, chir. Instrumente, „Nirosta“
Schnelldrehstahl	15–18% W, 2–5% Cr, 1–3% V	hitzebeständig	Meißel für Stahldrehbänke
Chromstahl	6,2% Cr, 0,65% C, 0,17% Mn, 0,07% Si	große Härte	Werkzeuge
Nickelstahl	5% Ni, 0,2% C	große Härte und Zähigkeit, rostbeständig	Werkzeuge, Maschinen- und Apparateile
Chromnickelstahl	1,5–4% Ni, 0,5–1,8% Cr	große Härte und Zähigkeit, rostbeständig	Werkzeuge, Maschinen- und Apparateile

Jeder Gegenstand aus Eisen oder Stahl ist durch das *Rosten* bedroht. Man verhindert diesen chemischen Vorgang der Oxidation durch Abdecken der Oberfläche (Überzug aus Zink, Zinn oder dergleichen; Bestreichen mit Mennige als Rostschutzanstrich). Rost bildet beim Eisen keine zusammenhängende Oxidschicht, wie dies beim Magnesium oder Aluminium der Fall ist, sondern blättert immer wieder unter Freilegung neuen Eisens ab.

Silber

Silber kommt gediegen und in Verbindungsform vor. Man gewinnt das Metall meist auf komplizierte Weise aus silberhaltigen Blei- oder Kupfererzen. Als Edelmetall (geringe Neigung zur Abgabe eines Elektrons) ist Silber an der Luft ziemlich beständig. Mit Kupfer legiert, wird es hart genug, um zu Gebrauchsgegenständen verarbeitet werden zu können.

Silberverbindungen für die Fotografie

Silberbromid (und die übrigen Silberhalogenide) zersetzen sich unter der Einwirkung von Licht in elementares Silber und Halogen. Eine Fotoemulsion enthält entsprechende Halogenide, eingebettet in eine Gelatineschicht. Belichtet man den Film, so bilden sich zunächst unsichtbare Spuren von Silberkeimen an den Stellen, die vom Licht getroffen wurden (latentes Bild). Um das Bild sichtbar zu machen, muß es entwickelt werden. Entwickler sind Reduktionsmittel, die den Vorgang der Ausfällung von Silber an den Stellen, wo bereits Silberkeime liegen (Katalysatorwirkung), fortsetzen. Dadurch entsteht das Bild. Die Verteilung von hell und dunkel ist allerdings gerade umgekehrt: Die dem Licht ausgesetzten Punkte erscheinen schwarz (Negativbild). Noch dürfte man das Papier nicht ans Tageslicht bringen, denn in der Gelatineschicht befinden sich weitere Mengen von Silberhalogeniden. Man löst sie anschließend mit Natriumthiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, aus der Schicht heraus und fixiert dadurch das Bild, macht es lichtbeständig. Um ein Positiv zu erhalten, belichtet man ein weiteres Fotopapier durch das Negativ hindurch (Kopieren). Die schwarzen Stellen lassen wenig Licht auf das Papier gelangen, und die Helldunkelverteilung entspricht nun dem Original. Nach erneuter Entwicklung und Fixierung ist das Positiv fertig. Beim Fotografieren folgen also bis zum fertigen Positiv aufeinander: Belichten – Entwickeln – Fixieren (ergibt Negativ) – Kopieren mit erneutem Entwickeln und Fixieren (ergibt Positiv).

Die wichtigsten als Werkstoffe dienenden metallischen Elemente

Metall	Eigenschaften	Herstellung	Verwendung (Beispiele)
Beryllium Be	stahlgrau, sehr hart, spröde Smp. 1280°, Sdp. 2967°. An trockener Luft bleibt es blank (Oxidhaut!)	Schmelzelektrolyse einer aus Beryll hergestellten Mischung von BeO, BeF ₂ und BaF ₂	für Legierungen (Be/Cu) von hoher Härte und guter Leitfähigkeit
Magnesium Mg	silberglänzend, läuft an der Luft an; leicht verformbar. Smp. 650°, Sdp. 1102°	Schmelzelektrolyse von MgCl ₂ unter Zusatz von CaF ₂ als Flußmittel	Leichtmetall-Legierungen Reduktionsmittel
Titan Ti	silberweiß, zäh, schmiedbar, leicht, korrosionsbeständig gegen Luft, Seewasser, Bleichlaugen, Salpetersäure und Königswasser (!); Smp. ~1670°, Sdp. 3262°, $\rho = 4,5 \text{ g/cm}^3$	Reduktion von TiCl ₄ (flüssig; Sdp. 136°) mit Magnesium unter He- oder Ar-Schutzgas (teuer)!	Flugzeugbau (Kompressoren für Strahltriebwerke), Raketentechnik. Legierungen mit Cr, Al, Mn, Fe u. a.
Zirkonium Zr	silberweiß, hart, spröde; Smp. 1860°, Sdp. 3580°, gegen verdünnte Säuren ziemlich beständig	Reduktion von ZrCl ₄ mit Mg unter Ar	Elektronik, Reaktortechnik

Metall	Eigenschaften	Herstellung	Verwendung
Vanadin V	blaugrau; wenn völlig rein, weich und hämmerbar. Smp. 1715°. Sdp. 3000°. Chemisch ziemlich beständig	Reduktion von V_2O_5 mit Al	als Ferrovanadin (Legierung mit Fe) in der Stahltechnik von großer Bedeutung (Desoxidationsmittel). Legierungsbestandteil: Vanadinstahl
Tantal Ta	blaustichiger Glanz, hervorragend duktil; große Härte und Zähigkeit sowie gute Korrosionsbeständigkeit. Smp. 3030°, Sdp. ~ 5300	Schmelzelektrolyse von K_2TaF_7 , einem K-Ta-Doppelfluorid	Spinndüsen; Elektronik; Reaktortechnik. Material für chemische Geräte und chirurgische Instrumente
Chrom Cr	silberglänzend, zäh, spröde, hart; gegen sehr viele Chemikalien beständig (nicht gegen konzentrierte H_2SO_4 und konz. HCl !); Passivität! Smp. 1920°, Sdp. 2480	Reduktion von Cr_2O_3 mit Al; Elektrolyse von Chromaten	Legierungsmetall (korrosionsbeständige Stähle), Überzugsmetall
Molybdän Mo	bleigrau, hart, spröde. Smp. 2620°, Sdp. ~ 4800°. Gegen oxidierende Säuren (HNO_3) nicht beständig	Reduktion von MoO_3 mit H_2 oder mit Al	Elektronik, Raketentechnik. Legierungsbestandteil (Molybdänstahl)
Wolfram W	hartes, sehr hochschmelzendes Metall. Smp. 3380°, Sdp. 6000	Reduktion von WO_3 mit H_2	Glühdrahte in Glühbirnen; Legierungsbestandteil (Stähle)
Mangan Mn	silbergrau, hart, spröde; gegenüber Säuren nicht beständig. Smp. 1247°, Sdp. 2090	Reduktionen von Mn_3O_4 mit Al	Fe/Mn-Legierungen (Ferro-mangan, Spiegeleisen), als Desoxidationsmittel verwendet; Herstellung von Manganhartstahl (Panzerplatten)
Eisen Fe	silberweiß, verhältnismäßig weich. Smp. 1535° Sdp. 3200°. Nur an trockener Luft und in luft- (bzw. O_2 -) und CO_2 -freiem Wasser oder in Laugen beständig	Reduktion von verschiedenen Oxiden mit CO (Hochofen)	Wichtigstes Werkmetall. Stähle, Gußeisen, Fe/Ni-Legierungen
Kobalt Co	stahlgrau, glänzend wie Fe, magnetisch. Gegen Luft und verdünnte Säuren ziemlich beständig. Smp. 1490°, Sdp. 3185°	Reduktion der Oxide mit Kohle	Überzugsmetall; für permanente Magnete; Legierungsbestandteil (Schnelldrehstahl)
Nickel Ni	silberweiß, schmiedbar, zäh. Smp. 1455°, Sdp. 3350°. Gegen nicht-oxidierende Säuren und alkalische Lösungen sehr beständig (Passivität)	Reduktion des Oxids mit Kohle; Reinnickel über den $Ni(CO)_4$ -Komplex (Ni-carbonyl)	Überzugsmetall; Legierungsbestandteil für korrosionsbeständige Stähle (18/8-Chromnickelstahl mit 18% Cr und 8% Ni). Ni/Fe- und Ni/Co- (für Heizdrähte)-Legierungen
Iridium Ir	silberweiß, spröde, sehr hart. Smp. 2443°, Sdp. 4400°. Sehr edel, wird auch – im Gegensatz zu Pt! – von Königswasser nicht angegriffen	kommt gediegen vor (Ural)	Spitzen von Füllfedern, Laboratoriumsgeräte
Platin Pt	grauweiß, dehnbar; sehr edles, reaktionsträges Metall. Wird von Chlor und Königswasser angegriffen und legiert sich leicht mit anderen Metallen. Smp. 1774°. Sdp. 4350°	kommt gediegen vor	Laboratoriumsgeräte, Katalysatoren, Schmuckmetall

Metall	Eigenschaften	Herstellung	Verwendung
Kupfer Cu	hellrot, weich, zäh, sehr dehnbar. Smp. 1083°, Sdp. 2350°. An CO ₂ -haltiger Luft überzieht es sich mit einer grünen Schicht von basischem Carbonat („Patina“)	aus Cu ₂ S, das in Konvertern mit Cu ₂ O umgesetzt wird: $\text{Cu}_2\text{S} + 2\text{Cu}_2\text{O} \rightarrow 6\text{Cu} + \text{SO}_2$; Elektrolyse von CuSO ₄ -Lösung. Elektrolytische Raffination	Elektrotechnik (nach Ag mit bester Leitfähigkeit); zur Herstellung von Messing (mit Zn legiert) und Bronze (mit Sn legiert)
Silber Ag	silberweiß, weich; bester Leiter für Wärme und Elektrizität. Smp. 960°, Sdp. 2150°. Läuft an H ₂ S-haltiger Luft an ($\rightarrow \text{Ag}_2\text{S}$)	aus Ag-Erzen durch Herauslösen mit NaCN und anschließender Reduktion mit Zn oder Al	als Legierung mit Cu für Schmuck, Geräte, Münzen
Gold Au	gelbrot, weich. Smp. 1063°, Sdp. 2960°. Wird durch Chlor und Königswasser angegriffen	kommt gediegen vor	als Legierung mit Ag oder Cu für Schmuck, Münzen
Zink Zn	bläulich-weiß, spröde (bei 100–150° weich und dehnbar). Smp. 419°, Sdp. 907°. An der Luft beständig (Schutz durch Oxid- und Carbonatschicht)	Reduktion von ZnO mit Kohle; Elektrolyse von ZnSO ₄ -Lösung	Überzugsmetall; Legierungsbestandteil (Messing, Al- und Mg-Legierungen)
Cadmium Cd	silberweiß, ziemlich weich. Smp. 321°, Sdp. 767°. An der Luft beständig	Reduktion des Oxids mit Kohle	Überzugsmetall
Quecksilber Hg	silberweiß; im festen Zustand ziemlich weich. Smp. –38,8°, Sdp. 357°. Dämpfe giftig	Oxidation von HgS (Zinnobser): $\text{HgS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Hg} + \text{SO}_2$	Thermometerfüllungen, Amalgame
Aluminium Al	silberweißes Leichtmetall, dehn- und walzbar. Smp. 660°, Sdp. 2060°. Dank Oxidschicht verhältnismäßig korrosionsbeständig	Schmelzelektrolyse von Al ₂ O ₃ , gelöst in Kryolith	wichtigstes Leichtmetall; meist als Legierung verwendet
Germanium Ge	grauweiß, im Diamantgitter kristallisierend, spröde. Smp. 958°, Sdp. 2700°. Gegen Luft und nicht-oxidierende Säuren völlig beständig	Reduktion von GeO ₂ mit H ₂	Halbleiter für Elektrotechnik
Zinn Sn	silberweiß, meist mit schwach gelblichem Glanz, weich, gut dehnbar. Smp. 231°, Sdp. 2270°. Gegen Luft und Wasser beständig. Unterhalb 13,2° Umwandlung in eine graue Form (Diamantgitter). „Zinnpest“	Reduktion von SnO ₂ mit Kohle	Zinngegenstände; Überzugsmetall. In Legierung mit Cu (Bronze). Weißblech ist verzinn-tes Fe-Blech. Lagermetalle (Achslager) aus Pb mit Sn, Sb, Cu, Lötmetall
Blei Pb	bläulich-weiß, weich, dehnbar. Smp. 327°, Sdp. 1750°. Dank Schutzschicht gegen Säuren geschützt	Reduktion von PbO mit Kohle	Bleiblech; Akkumulatoren; Schrotkugeln. Legierungen: Letternmetall (Pb, Sb, Sn), Lagermetalle
Antimon Sb	silberweiß, blättrig, sehr spröde. Smp. 630°, Sdp. 1640°. Kommt daneben in einer grauen nicht-metallischen Form vor	Reduktion von Antimonoxiden mit Kohle	Legierungsbestandteil, macht Pb oder Sn härter (Letternmetall; Lagermetalle)

Schwefel

Vorkommen: Elementar (Texas, Louisiana, Sizilien, Japan) und in Verbindungsform als Pyrit FeS_2 , Bleiglanz PbS und in Form anderer Sulfide.

Gewinnung: Durch Ausschmelzen (elementarer Schwefel) oder durch Rösten (Erhitzen der Sulfide unter Luftzutritt), wobei Schwefeldioxid SO_2 entsteht.

Eigenschaften: Gelbgrüne, in Wasser unlösliche, in Schwefelkohlenstoff lösliche Kristalle. Je nach der Temperatur in verschiedenen Modifikationen ausgebildet (monoklin und rhombisch). In Pulverform als Schwefelblüte bezeichnet.

Verwendung: In vielen Farbstoffen, Medikamenten, Schädlingsbekämpfungsmitteln und Feuerwerkskörpern ist Schwefel gebunden oder elementar enthalten. Die Zündholzindustrie verbraucht ebenfalls viel Schwefel.

Verbindungen: Die Sulfide sind als die Salze einer schwachen Säure, der Schwefelwasserstoffsäure H_2S , aufzufassen. Schwefelwasserstoff ist ein farbloses, nach faulen Eiern riechendes, giftiges Gas. Es verbrennt mit blauer Flamme zu Wasser und Schwefeldioxid. Dieses farblose, heftig zum Husten reizende, giftige Gas liefert beim Einleiten in Wasser ebenfalls eine schwache Säure, die Schweflige Säure H_2SO_3 . Sie oxidiert sich an der Luft zu Schwefelsäure H_2SO_4 . Diese wichtige Verbindung stellt man jedoch technisch auf anderem Wege dar: Man oxidiert Schwefeldioxid mit Hilfe eines Katalysators (Platin, Vanadiumoxid) zu Schwefeltrioxid und erhält daraus durch Reaktion mit Wasser Schwefelsäure (Kontaktverfahren). In konzentrierter Form ist Schwefelsäure eine farblose, ölige Flüssigkeit, stark hygroskopisch und stark oxidierend. In verdünnter Form überwiegt die Säurewirkung. Ihre Salze heißen Sulfate: Gips CaSO_4 (mit 2 Molekülen Kristallwasser), Kupfersulfat CuSO_4 (mit 5 Molekülen Kristallwasser).

Stickstoff

Vorkommen: Elementar zu 78 Prozent in der Luft und in Verbindungsform als Nitrate (Natriumnitrat in Chile).

Gewinnung: Der Stickstoff der Luft kann in reinem Zustand aus der Luft gewonnen werden durch Luftverflüssigung (siehe Sauerstoff) oder durch das Generatorgasverfahren. Hierbei schickt man einen Luftstrom durch glühenden Koks, wobei der Sauerstoff den Kohlenstoff des Kokses zu Kohlenmonoxid und Kohlendioxid oxidiert. Nach dem Abtrennen dieser Beimengungen bleibt Stickstoff zurück, ein farb-, geruch- und geschmackloses, reaktionsträges Gas. Um es chemisch nutzen zu können, muß es in Verbindung mit anderen Elementen gebracht werden.

Verbindungen: Wichtig ist der Ammoniak NH_3 , ein stechend riechendes, farbloses Gas, das sich leicht in Wasser löst. Ammoniak ist durch das *Haber-Bosch-Verfahren* leicht zugänglich und erschließt damit andere Stickstoffverbindungen. *Haber-Bosch-Verfahren:* Stickstoff (aus Generatorgas) und Wasserstoff (aus Wassergas; siehe Wasserstoff) werden unter hohem Druck bei hoher Temperatur über einen Katalysator geleitet und vereinigen sich dabei zu Ammoniak NH_3 . Die wässrige Lösung reagiert schwach alkalisch (Salmiakgeist), denn das Ion NH_4^+ (Ammonium-Ion) spielt hier die Rolle eines Metall-Ions. Mit Salzsäure bildet sich zum Beispiel das Salz Ammoniumchlorid (Salmiak) NH_4Cl . Als Düngemittel ist Ammoniumsulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (aus Ammoniak und Schwefelsäure gewonnen) wichtig. Ammoniak läßt sich mit Sauerstoff an Katalysatoren oxidieren, wobei über das Stickoxid NO das Stickstoffdioxid NO_2 entsteht. Dieses braune, stark giftige Gas bildet mit Wasser die sehr wichtige Salpetersäure HNO_3 , eine farblose Flüssigkeit

von stechendem Geruch, die die Haut gelb färbt. In konzentriertem Zustand wirkt Salpetersäure stark oxidierend. Ihre Salze heißen Nitrate. Wichtige Nitrate: Ammoniumnitrat NH_4NO_3 (Düngemittel), Kaliumnitrat KNO_3 (Düngemittel, Schießpulver), Silbernitrat (Ätzmittel, Nachweismittel für Halogenide).

Phosphor

Vorkommen: Nur in Verbindungsform, häufig als Calciumphosphat $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

Gewinnung: Man erhitzt Calciumphosphat zusammen mit Quarz SiO_2 (zur Bildung des Calziums) und Koks (Kohlenstoff als Reduktionsmittel) in elektrischen Öfen. Hierbei entsteht elementarer Phosphor, der sich als wachsartige Modifikation (weißer Phosphor) absetzt.

Eigenschaften: Weißer Phosphor ist sehr reaktionsfähig, fängt leicht Feuer und muß daher unter Wasser aufbewahrt werden. Seine Giftigkeit und sein Leuchten sind allgemein bekannt. Man kann ihn durch Erhitzen unter Luftabschluß in die rote Modifikation umwandeln. Roter Phosphor ist ein rötlichbraunes Pulver, wenig reaktionsfähig und ungiftig, nicht leuchtend. Beide Formen verbrennen jedoch zum gleichen Oxid, Diphosphorpentoxid P_2O_5 . Dieses löst sich in Wasser und bildet eine mittelstarke Säure, Phosphorsäure H_3PO_4 . Deren Salze sind die Phosphate.

Verwendung: Während weißer Phosphor wegen seiner Gefährlichkeit wenig Verwendung findet, spielt der rote Phosphor bei der Zündholzherstellung eine große Rolle (Material der Reibfläche). Von den Verbindungen dienen die Phosphate als wichtige Düngemittel.

Vergleich der Formarten des Phosphors

Unterscheidungsmerkmale	Phosphor	
	gelber	roter
Beschaffenheit (Struktur)	wachsweiche Masse (aus oktaedrischen Kriställchen)	trockenes Pulver (aus graphitartigen Schüppchen)
Geruch	schwach knoblauchartig	geruchlos
Entzündungstemperatur	60 °C	≈ 400 °C
Löslichkeit	löslich in Schwefelkohlenstoff und fetten Ölen	unlöslich in allen Lösungsmitteln
Giftigkeit	sehr groß	ungiftig
Verhalten an der Luft	zeigt fahlgrünes Leuchten und raucht schwach	leuchtet und raucht nicht
Reaktionsfreudigkeit	sehr groß, besonders gegenüber Sauerstoff	reaktionsträge
Verwendung	im Laboratorium und zu Giftködern	für die Reibflächen von Zündhölzern

Die *Sicherheitszündhölzer* enthalten im Zündkopf ein Gemisch aus KClO_3 und leicht brennbarem Antimonsulfid (Sb_2S_3). Die *Reibfläche* enthält ein Gemisch von rotem Phosphor und Glaspulver auf Papier aufgetragen. Streicht man den Zündkopf über die Reibfläche, so fängt etwas abgeriebener P mit dem KClO_3 des Zündköpfchens Feuer und setzt das (Pappel-)hölzchen in Brand. Das Nachglühen wird durch Imprägnieren mit Ammoniumphosphatlösung verhindert.

Kohlenstoff

Vorkommen: Kohlenstoff tritt in zwei völlig verschiedenen Modifikationen auf, als harter, farb- loser Diamant und als weicher, schwarzer Graphit. Ferner bildet sich mehr oder weniger reiner Kohlenstoff bei der Zersetzung (trockener Destillation) von organischen Kohlenstoffverbindungen (Holz, Kohle). Der weitaus meiste Kohlenstoff ist in Form von Kalk (CaCO_3), Kohlendioxid (CO_2) und Baustoffen der lebenden Wesen gebunden.

Verbindungen: Calciumcarbonat bildet als Kalk ganze Gebirge. Beim Glühen von Kalk entsteht neben Calciumoxid (CaO) das Kohlendioxid (CO_2), ein farbloses, geruchloses, schweres Gas, das die Verbrennung nicht unterhält (Erstickungsgefahr). Es entsteht auch bei der vollständigen Oxidation organischer Verbindungen (Verbrennung); bei unvollständiger Oxidation bildet sich Kohlenmonoxid (CO). Dieses farb- und geruchlose Gas ist außerordentlich giftig und wirkt chemisch als Reduktionsmittel (siehe Eisen, Hochofenprozeß, Seite 593). Kohlendioxid löst sich in Wasser und bildet (im Gegensatz zu Kohlenmonoxid) eine Saure, die Kohlensäure H_2CO_3 . Ihre Salze heißen Karbonate. Sie ist sehr schwach, vermag aber dennoch Kalk CaCO_3 zu Calciumhydrocarbonat $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ aufzulösen: Verwitterungswirkung von Regenwasser. Obwohl Kohlendioxid nur in sehr geringen Mengen (0.03 Prozent) in der Luft vorkommt, ist das Gas für die Assimilation (Photosynthese) sehr wichtig. Die komplizierteren Kohlenstoffverbindungen werden im Abschnitt der organischen Chemie behandelt.

Die sogenannte *Härte eines Wassers* beruht auf dessen Gehalt an Calciumhydrocarbonat und anderen Beimengungen, die mit Bestandteilen der Seife unlösliche, nicht waschaktive Verbindungen eingehen. Man mißt die Härte in Deutschen Härtegraden (*DH*), wobei 1° *DH* einem Gehalt von 10 mg CaO in einem Liter entspricht. Wasser läßt sich zum Teil durch Erhitzen enthärten (Ausfällung von Calciumhydrocarbonat als Calciumcarbonat); die Enthärtung gelingt vollständig durch Zugabe von Soda Na_2CO_3 , wobei alle Calcium- (und Magnesium-)Ionen als Carbonate ausgefällt werden.

Vergleich der Eigenschaften von Diamant und Graphit

	Farbe	Kristallform	Härte	Lichtdurch- lässigkeit	Elektrische Leitfähigkeit
Diamant	farblos	Oктаeder (regulär)	10	durchsichtig	nicht leitend
Graphit	schwarz	sechseitige Blättchen (hexagonal)	0,5–1	undurchsichtig	gut leitend

Die Ursachen für diese gegensätzlichen Eigenschaften sind in der unterschiedlichen Anordnung der Kohlenstoffatome zu suchen.

Künstlicher Graphit wird durch Erhitzen eines Koks-Sand-Gemenges im elektrischen Ofen hergestellt. Bei der Leuchtgasgewinnung aus Steinkohle setzt sich an den heißen Wänden der Gasöfen sog. *Retortenkohle* (Retortengraphit) an, die ähnliche Eigenschaften wie natürlicher Graphit besitzt, aber die Härte 9 hat. Sie wird vorzugsweise zu Elektroden (Taschenlampenbatterien!) verarbeitet.

Silicium

Vorkommen: Nur in Verbindungsform, jedoch außerordentlich häufig, zum Beispiel als Quarz SiO_2 oder Sand (verunreinigter Quarz). Viele Mineralien und Gesteine enthalten Silicium.

Verbindungen: Eine freie Kieselsäure, etwa von der Formel H_2SiO_3 , existiert nicht, wohl aber gibt es viele Salze (Silicate) von zum Teil komplizierter Formel. Im Handel ist das Natriumsilicat, auch Wasserglas genannt, das annähernd die Formel Na_2SiO_3 aufweist. Große Bedeutung haben die Siliciumverbindungen bei der Herstellung von *Glas* und *Porzellan*. Glas gewinnt man durch Zusammenschmelzen von Quarzsand, Soda und Kalk (sowie verschiedenen Beimengungen) im Glasofen bei etwa 1200°C . Ausgangsprodukt für Porzellan sind Kaolin, Feldspat (ein Silicat) und Quarz, die gemischt und in verschiedenen Brennprozeduren bis zum Beginn des Schmelzens erhitzt werden. Verwendet man statt Kaolin den gewöhnlichen Ton, so erhält man weniger wertvolle *Keramikwaren* (Steingut, Blumentöpfe usw.). Ein Kalk-Ton-Gemisch dient auch zur Herstellung von *Zement*. Es wird bis zum beginnenden Schmelzen gebrannt und dann zu Staub vermahlen. Mit Wasser und Sand angerührt, erhärtet der Zement unter Bildung von Calciumsilicaten (Wassermörtel). Gibt man Kies hinzu, so spricht man von *Beton*. Baut man Eisenbänder in die Masse ein, handelt es sich um Eisenbeton. – Neuerdings verwendet man bestimmte organische Siliciumverbindungen, die *Silicone*, als Kunststoffe, Schmiermittel und andere Werkstoffe.



Alchemistisches Labor im Mittelalter (Ausschnitt aus dem Gemälde von Thiers, 17. Jh.)

ORGANISCHE CHEMIE

Die Bezeichnung „organisch“ leitete sich ursprünglich von der Annahme ab, daß alle Stoffe, mit denen sich dieser Zweig der Chemie befaßte, in Organismen gebildet werden müßten. Beispiele: Eiweiß, Zucker, Stärke, Fett, Harnstoff usw. Versuche, diese Substanzen außerhalb eines lebenden Körpers zu produzieren, schlugen lange Zeit fehl. Man nahm daher an, daß „organische“ Stoffe zu ihrer Bildung eine besondere Lebenskraft (*vis vitalis*) benötigten; der anorganischen, toten Welt fehle diese Kraft. Diese Lehre hielt sich bis weit ins 19. Jahrhundert hinein. Erst *Friedrich Wöhler* konnte 1828 zeigen, daß sich Harnstoff auch im Laboratorium aus anorganischen Substanzen (Ammoniumcyanat) gewinnen ließ. Damit (und durch andere, spätere Versuche) war die Hypothese einer besonderen Lebenskraft widerlegt.

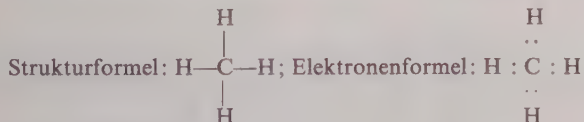
Heute versteht man unter *organischer Chemie* die Chemie der Kohlenstoffverbindungen ganz allgemein, wobei man lediglich die einfachsten Stoffe (Kohlendioxid, Kalk, Kohlenmonoxid, Kohlensäure) aus historischen Gründen bei der anorganischen Chemie beläßt. Organische Chemie im älteren Sinn würde sich heute am ehesten mit der *physiologischen Chemie* decken, die sich mit den chemischen Stoffen in lebenden Organismen befaßt.

Die Zahl der Kohlenstoffverbindungen ist deshalb so groß, weil der Kohlenstoff das einzige Element ist, dessen Atome sich in praktisch unbegrenzter Anzahl miteinander verbinden können. Diese Verknüpfungstendenz gleichartiger Atome beobachtet man bei anderen Grundstoffen gar nicht oder nur in geringem Ausmaß (Silicium, Schwefel). Je länger aber eine Kohlenstoffkette wird, desto größer ist die mögliche Vielfalt in bezug auf Kettenverzweigungen, Ringbildungen usw. Damit steigt die Zahl der physikalisch und chemisch unterscheidbaren Verbindungen ins Ungeheure. Heute kennt man mehr als zehnmal so viele organische wie anorganische Substanzen.

Alkane

Die einfachste Kohlenstoffverbindung ist die, bei der die vier Valenzen des Kohlenstoffs mit dem leichtesten Element, dem Wasserstoff, abgesättigt sind. Man nennt Verbindungen, die nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen, ganz allgemein Kohlenwasserstoffe und spricht hier auch gern von gesättigten Kohlenwasserstoffen.

Der einfachste gesättigte Kohlenwasserstoff heißt **Methan** und hat die Formel CH_4 .

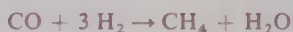


Die Elektronenformel zeigt, daß die vier Elektronen des Kohlenstoffatoms und die Elektronen der vier Wasserstoffatome jeweils zwischen den Partnern stehen und von diesen gemeinsam benutzt werden. Es handelt sich also um echte homöopolare oder Atom-Bindungen. Dieser Bindungstyp ist in organischen Substanzen der weitaus häufigste; heteropolare oder Ionen-Bindungen treten ganz zurück.

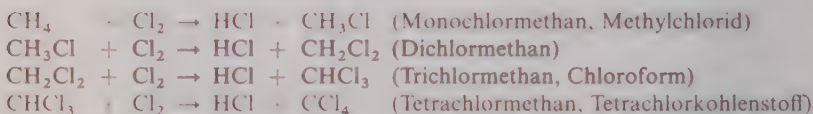
Betrachtet man die Methanformel räumlich, so steht der Kohlenstoff in der Mitte eines Tetraeders, in dessen Ecken man sich die Wasserstoffatome vorzustellen hat. Damit ist der größtmögliche Abstand zwischen diesen eingehalten.

Eigenschaften des Methans: farb-, geruch- und geschmackloses Gas, leichter als Luft, brennbar und im Gemisch mit Sauerstoff oder Luft explosiv („Schlagende Wetter“ in Bergwerken).

Vorkommen: Methan entsteht bei Fäulnisprozessen (Gruben-, Sumpfgas), bei der Leuchtgasgewinnung und der Aufarbeitung (Raffination) von Erdöl. Auch ist es im Erdgas enthalten. Obwohl es aus diesen Quellen (Erdöl, Erdgas) in großen Mengen zur Verfügung steht, synthetisiert man es mitunter auch aus Wassergas unter dem Einfluß eines Katalysators:



Bevor wir weitere Kohlenwasserstoffe kennenlernen, ist es zweckmäßig, **Derivate des Methans** zu erwähnen. Als Derivate (Abkömmlinge) bezeichnet man Verbindungen, bei denen Wasserstoffatome durch andere Elemente ersetzt (substituiert) worden sind. Beispiel: Chlorgas substituiert den Wasserstoff des Methans der Reihe nach unter Bildung von Derivaten des Methans, wobei als Nebenprodukt Chlorwasserstoffgas entsteht:



Es gibt auch Derivate anderer Halogene: CHJ_3 Jodoform, CHBr_3 Bromoform, CCl_2F_2 Difluordichlormethan oder Frigen.

Chloroform dient als Narkosemittel, Tetrachlorkohlenstoff als Feuerlöschmittel und Fleckentferner, Jodoform zur Wundbehandlung, Bromoform als Beruhigungsmittel und Frigen als Treibmittel in Spraydosen.

Von den Halogenderivaten des Methans lassen sich weitere Kohlenwasserstoffe durch die sogenannte *Wurtzsche Synthese* ableiten: In Gegenwart von metallischem Natrium reagieren zwei Moleküle Monochlormethan zu einem Molekül der Formel C_2H_6 , zu Äthan:



In den Eigenschaften ähnelt **Äthan** (wie auch die übrigen analog gebauten Verbindungen) sehr dem Methan. Auch kommt es wie Methan im Erdgas vor.

Man kann sich Äthan entstanden denken durch Ersatz eines Wasserstoffatoms durch die Gruppe CH_3- , die sogenannte Methylgruppe. Setzt man dieses Prinzip bei Äthan fort, so gelangt man zu einem Kohlenwasserstoff der Formel C_3H_8 , **Propan**. Darauf folgt **Butan** von der Formel C_4H_{10} , ein Heizgas wie Propan.

Überblick:

Methan	CH_4
Äthan	CH_3-CH_3
Propan	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
Butan	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
Pentan	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
Hexan, Heptan, Octan, Nonan, Decan, Undecan usw.	

Vergleicht man die Formeln dieser Verbindungen miteinander, so läßt sich die allgemeine Formel $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ableiten. Sie ist charakteristisch für diese Reihe der sogenannten Alkane, auch gesättigte Kohlenwasserstoffe, Verbindungen der Methanreihe oder **Paraffine** genannt. Der Ausdruck

Paraffine spielt auf die (ohne Katalysator) geringe chemische Reaktionsfreudigkeit der Alkane an (*parum affinis*, lat., wenig verwandt, geringe Affinität). Paraffin im engeren Sinn nennt man Mischungen höherer Alkane (etwa ab $C_{16}H_{34}$), die festen Aggregatzustand aufweisen und als Kerzenmasse Verwendung finden.

Auch **Benzin** ist eine solche Mischung und umfaßt die flüssigen Alkane von C_5H_{12} bis etwa C_9H_{20} .

Isomerie

Unter Isomerie versteht man die Erscheinung, daß chemische Verbindungen mit gleicher Bruttoformel verschiedene chemische und physikalische Eigenschaften aufweisen können. Beispiel: Es gibt zwei Butane der Bruttoformel C_4H_{10} mit geringfügig voneinander abweichenden Schmelz- und Siedepunkten. Dies ist dadurch zu erklären, daß es zwei in der Struktur verschiedene Butane gibt:

n-Butan (Normalbutan): $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$

Isobutan (2-Methyl-propan): $CH_3-\underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}}{CH}-CH_3$

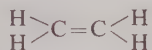
Neben dem *n*-Pentan gibt es noch zwei Isopentane:

2-Methyl-butan: $CH_3-\underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}}{CH}-CH_2-CH_3$ 2,2-Dimethyl-propan: $CH_3-\overset{\begin{array}{c} CH_3 \\ | \end{array}}{\underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}}{C}}-CH_3$

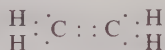
Es ist leicht einzusehen, daß auf diese Weise die Zahl der isomeren Verbindungen rasch zunimmt.

Alkene

Neben der Reihe der Alkane gibt es auch eine Reihe der Alkene. Sie geht vom **Äthen** (Äthylen) aus: C_2H_4 . Gegenüber dem Äthan weist das Äthen zwei Wasserstoffatome weniger auf. Hält man an der Vierwertigkeit des Kohlenstoffs fest, so muß man annehmen, daß die beiden Kohlenstoffatome sich nicht mit einer einfachen, sondern mit einer Doppelbindung koppeln:

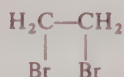


Jeder Bindestrich entspricht einem Elektronenpaar, so daß sich folgende Elektronenformel ergibt:



Eine solche Doppelbindung ist nicht stabiler, sondern labiler als eine Einfachbindung, was man dadurch erklären kann, daß eine Häufung von Elektronen zwischen den Kohlenstoffatomen einen energetisch ungünstigeren Zustand darstellt.

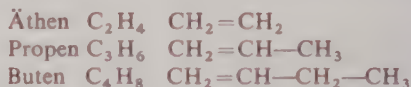
Äthen zeigt aus diesem Grund auch die Tendenz, die Doppelbindung zugunsten einer Einfachbindung aufzugeben. Dies geschieht dadurch, daß sich leicht andere Stoffe anlagern, zum Beispiel Wasserstoff oder Brom. Lagert sich Wasserstoff an, so entsteht aus Äthen wieder **Äthan**. Anlagerung von Brom führt zu 1,2-Dibrom-äthan:



Insgesamt darf man feststellen, daß Verbindungen mit Doppelbindung (ungesättigte Kohlenwasserstoffe) weniger beständig sind als Verbindungen mit Einfachbindung (gesättigte Kohlenwasserstoffe). Sie addieren leicht andere Substanzen, wobei die Doppelbindung – wie man sagt – aufgerichtet wird.

Die Reihe der Kohlenwasserstoffe mit Doppelbindung, die mit dem Äthen (Äthylen) beginnt, nennt man auch **Olefinreihe** (Olefine = Ölbildner, nach der öligen Beschaffenheit der Halogen-derivate). Die meisten sind durch Erdölraffination zugänglich. Auch hier gibt es wieder eine große Zahl von Isomeren; die Lage der Doppelbindung im Molekül kann wechseln, wodurch sich neue Isomeriemöglichkeiten eröffnen.

Alkenreihe:

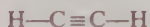


Penten, Hexen, Hepten, Octen usw.

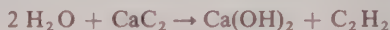
Allgemeine Formel: C_nH_{2n}

Alkine

Die Verbindung **Äthin** (üblicherweise Acetylen genannt) hat die Bruttoformel C_2H_2 . Man darf annehmen, daß hier die Kohlenstoffatome durch eine Dreifachbindung miteinander verknüpft sind. Dafür sprechen auch der energiereiche Zustand des Moleküls sowie die Neigung zur Addition (Wasserstoff, Brom). Äthin hat demnach die Strukturformel

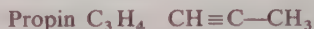


Äthin (Acetylen) ist in reinem Zustand ein leicht süßlich riechendes, farbloses Gas, das mit sehr heißer Flamme brennt (Schneidbrenner) und in Mischung mit Luft heftig explodiert. Es wird großtechnisch aus Wasser und Calciumcarbid gewonnen:



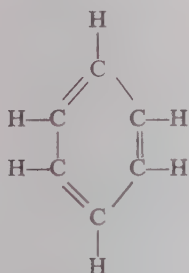
(Calciumcarbid stellt man durch Glühen von Gebranntem Kalk CaO und Koks C im elektrischen Ofen her). Ein anderer Weg der Acetyलगewinnung geht heute vom Methan des Erdgases und von der Erdölraffination aus.

Auch vom Äthin leitet sich eine Reihe von Kohlenwasserstoffen ab (allgemeine Formel $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$), doch sind sie ohne größere Bedeutung. Beispiele:



Aromatische Kohlenwasserstoffe

Dem Kohlenwasserstoff **Benzol** hat man wegen der geringen Zahl seiner Wasserstoffatome im vorigen Jahrhundert lange Zeit keine exakte Strukturformel zuordnen können: C_6H_6 . Erst 1865 faßte sie *August Kekulé* als eine Ringverbindung auf, in der Einfach- und Doppelbindungen abwechseln:



Elektronenformel

Allerdings lagert Benzol Brom nicht an, was gegen eine Existenz echter Doppelbindungen spricht. Nach der Elektronenformel sind die Elektronen auch tatsächlich gleichmäßig im Benzolring verteilt, so daß die Anlagerungstendenz nicht in Erscheinung treten kann (sogenannter aromatischer Zustand; aromatisch nach dem typischen Geruch von Benzol und verwandten Verbindungen).

Benzol ist eine farblose, leicht verdunstende Flüssigkeit, die mit stark rußender Flamme brennt; unlöslich in Wasser, löslich in Alkohol und Äther; gutes Lösungsmittel für Fett, Harz.

Der Sechsring des Benzols tritt als sehr stabile Konfiguration in vielen organischen Verbindungen als Bestandteil auf. Deshalb kürzt man die Schreibweise meist ab zu

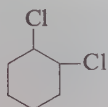


oder

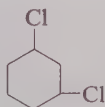


Man gewinnt Benzol bei der trockenen Destillation der Steinkohle und neuerdings durch spezielle Verfahren aus Erdöl. Es dient als Lösungsmittel und Treibstoff, vor allem aber auch als Ausgangsbasis für andere organische Ringverbindungen.

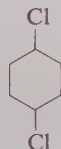
Derivate des Benzols entstehen durch Substitution eines oder mehrerer Wasserstoffatome im Benzolring. Bei Disubstitutionsprodukten gibt es drei Isomere; um die Stellung der Substituenten ausdrücken zu können, numeriert man die Kohlenstoffatome. 1,2-Derivate sind identisch mit 1,6-Derivaten, 1,3-Derivate sind gleich den 1,5-Derivaten:



1,2-Dichlorbenzol



1,3-Dichlorbenzol



1,4-Dichlorbenzol

Die 1,2-Derivate heißen auch Ortho-(*o*-)Verbindungen, die 1,3-Derivate auch Meta-(*m*-)Verbindungen und die 1,4-Derivate auch Para-(*p*-)Verbindungen.

Ebenso wie die Alkane Glieder einer homologen Reihe ähnlicher Kohlenwasserstoffe sind, bilden auch Benzol und einige andere Verbindungen eine homologe Reihe. Dieser gehören zum Beispiel an:

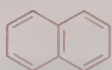
Monomethylbenzol (Toluol) $C_6H_5CH_3$

Dimethylbenzol (Xylol) $C_6H_4(CH_3)_2$

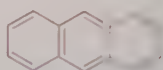
Trimethylbenzol (Mesitylen) $C_6H_3(CH_3)_3$

Folgerichtig gibt es auch hier Isomeren, zum Beispiel *o*-Xylol, *m*-Xylol und *p*-Xylol. Die Eigenschaften ähneln denen des Benzols.

Neben diesen Homologen gibt es noch Kohlenwasserstoffe, bei denen zwei oder mehr Benzolringe teilweise miteinander verschmolzen sind. Man spricht von **kondensierten Benzolkernen**. Beispiele: Naphthalin $C_{10}H_8$, weiße Kristallblättchen, als Mottenpulver bekannt; Anthracen $C_{14}H_{10}$, farblose Kristalle, Grundlage für Farbstoffe.



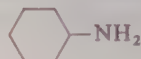
Naphthalin



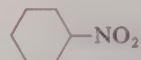
Anthracen

Von all diesen aromatischen Kohlenwasserstoffen sind die verschiedensten **Derivate** bekannt. Die wichtigsten Gruppen, die an die Stelle von Wasserstoffatomen treten, sind die Aminogruppe $-NH_2$, die Nitrogruppe $-NO_2$ und die Sulfogruppe $-SO_3H$. Letztere wirkt stark sauer und ist das Kennzeichen der sogenannten Sulfonsäuren. Beispiele:

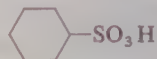
Aminobenzol (Anilin) $C_6H_5NH_2$



Nitrobenzol $C_6H_5NO_2$



Benzolsulfonsäure $C_6H_5SO_3H$



Trägt der aromatische Kern eine OH-Gruppe, so hat die entstehende Verbindung ebenfalls sauren Charakter, denn das Wasserstoffatom wird in wässriger Lösung als Ion abgespalten. Die vom Benzol abgeleitete Substanz heißt **Phenol** und trägt gelegentlich noch den Namen Karbolsäure (früher als Desinfektionsmittel verwendet): C_6H_5OH . Heute hat das Phenol Bedeutung als Ausgangsstoff für Synthesen anderer organischer Verbindungen. – Das *p*-Dioxidbenzol (Hydrochinon)



wirkt reduzierend und dient daher in der Fotografie als Entwickler.



▲ In den Laboratorien der großen chemischen Werke wird wertvolle wissenschaftliche Arbeit geleistet. Der Firma Bayer allein sind bisher 65000 Patente erteilt worden, die Chemikalien und Chemiewerkstoffe, Farben und Textilien, Arzneimittel und Pflanzenschutzpräparate betreffen



▲ Mit der Herstellung von Anilinfarben aus Steinkohlenteer begann die Geschichte der industriell angewandten Chemie. Heute können wir uns eine Welt ohne synthetische Farbstoffe nicht mehr vorstellen. Die Firma Bayer produziert allein etwa 2400 verschiedene Farbstoffe für Textilien und Leder, Holz, Papier und Kunststoffe

▼ Die Bayer-Gruppe gehört mit ihren 56 Fabrikationsbetrieben in fünf Erdteilen zu den größten Unternehmen der chemischen Industrie in der Welt





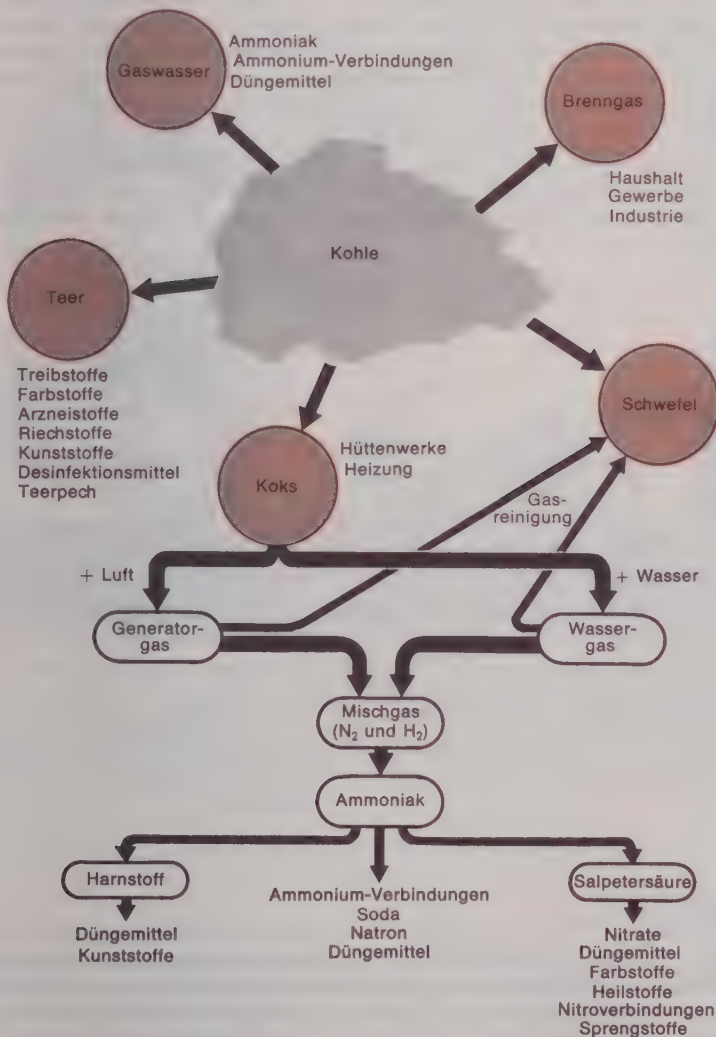
▲ Das Rohöl wird heute von den Ölfeldern in Groß-
tankern und mit Pipelines zu den Großraffinerien be-
fördert, wo die Verarbeitung für die verschiedensten
Verwendungszwecke erfolgt. Heute geht die Zahl der
aus dem Rohöl entwickelten Einzelerzeugnisse in die
Tausende



Ein Bohrloch mit dem sogenannten Eruptions-
kreuz, einem System von Schiebern, Düsen und Mano-
metern, die der Förderkontrolle dienen

Kohle

Kohle ist im Laufe langer Zeiträume durch Umwandlung von Pflanzenmaterial unter Luftabschluß entstanden (Inkohlung). Demzufolge enthält sie viele Kohlenwasserstoffe. Man unterscheidet **Steinkohle** (meist aus der Karbonzeit stammend, mit hohem Kohlenstoffgehalt), **Braunkohle** (meist jünger, aus der Tertiärzeit stammend, Kohlenstoffgehalt geringer) und **Torf** (nur wenige Jahrtausende alt, stark wasserhaltig). Am wichtigsten sind die verschiedenen Steinkohlensorten: Magerkohle (Anthrazit) hat hohen Heizwert, liefert aber nur wenig Gas und Koks; Gasflammkohle liefert viel Gas, aber wenig Koks; Fettkohle liefert wenig Gas, aber viel Koks.



Ausnützung der Kohle

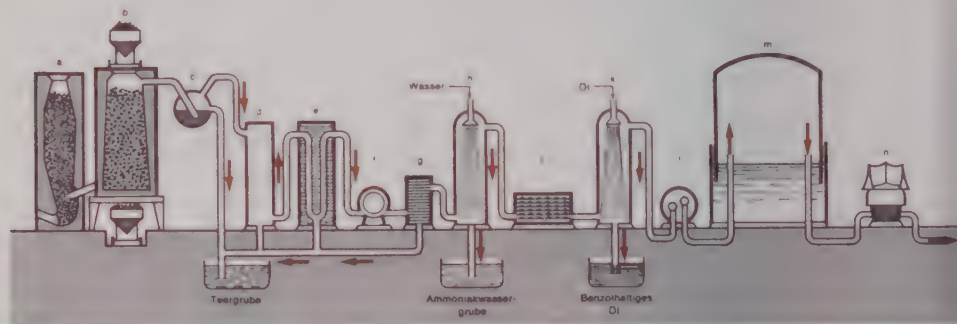
Die Verwertung der Kohle erfolgt in dreierlei Weise:

Verbrennung der Kohle

Dies ist die primitivste Nutzung, denn nur 5-10 Prozent der darin enthaltenen Energie werden genutzt (Wärmebildung).

Entgasung der Kohle

Hierbei treibt man den Gasgehalt der Kohle durch Erhitzen unter Luftabschluß aus (trockene Destillation). Koks bleibt zurück. Steht das Gas im Mittelpunkt des Interesses, so verarbeitet man die Kohle in Gaswerken (Leucht-, Stadtgas); ist der Koks (für Hüttenwerke) Hauptprodukt, so wird die Kohle in Kokereien entgast. Grundsätzlich fallen bei der trockenen Destillation der Steinkohle neben Koks und Rohgas auch größere Mengen Steinkohlenteer an. Dieser Teer war schon zu Beginn der chemischen Technik im vorigen Jahrhundert wichtiger Lieferant für eine große Zahl von Verbindungen, die zur Herstellung von Farben, Arzneimitteln usw. Verwendung fanden. Das Rohgas muß vor der Nutzung als Leucht- oder Heizgas von Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Kohlendioxid, Benzol und Cyanverbindungen befreit werden. Das giftige Kohlenmonoxidgas bleibt meist darin.



Vereinfachte bildhafte Übersicht über die Einrichtungen eines Gaswerkes

a = Wassergaserzeuger, liefert Wassergas zum Heizen des Kammerofens (b)

c = Teervorlage

d = Luftkühler

e = Wasserkühler

Abscheidung von Teer

h = Ammoniakwäscher

i = Trockenreiniger, bindet H_2S und $(CN)_2$

k = Benzolwäscher

l = Gasmesser

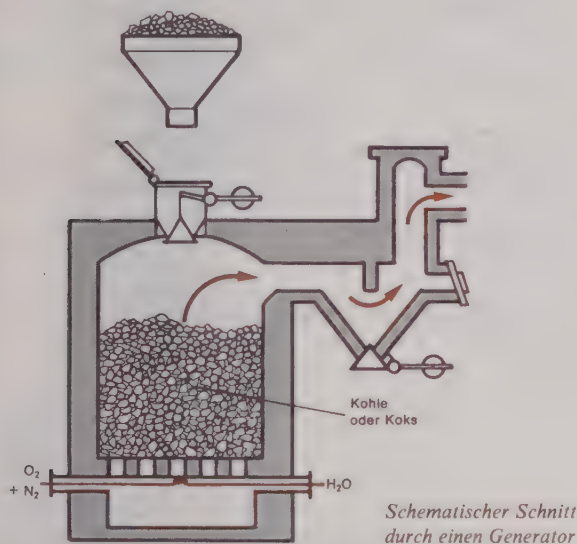
m = Gasbehälter

n = Stadtdruckregler

Vergasung der Kohle

Hierbei wird nicht nur der natürliche Gasgehalt ausgetrieben, sondern auch aus dem festen Rückstand (Koks) Gas erzeugt. Verbrennt man glühenden Koks dadurch, daß man Luft hindurchleitet, so erhält man ein Gemisch von Stickstoff, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid, das **Generatorgas** genannt wird. Wegen des Kohlenmonoxidgehaltes liefert es bei weiterem Luftzutritt durch vollständige Verbrennung Wärme; der Stickstoffgehalt macht Generatorgas zu einem Rohstoff für das **Haber-Bosch-Verfahren** (Ammoniakgewinnung). – Leitet man überhitzten Wasserdampf durch glühenden Koks, so erhält man ein Gemisch von Wasserstoff, Kohlenmonoxid und Kohlen

dioxid. Es wird als **Wassergas** dem Leuchtgas zugesetzt, dient aber auch wegen seines Wasserstoffgehaltes als Rohstoff für das *Haber-Bosch-Verfahren*. – **Mischgas** erhält man, wenn abwechselnd Luft und Wasserdampf durch glühenden Koks geleitet wird. Dieses für Heizzwecke brauchbare Gas enthält alle Komponenten von Generator- und Wassergas. Eine Kombination beider Verfahren ist zweckmäßig, da das Generatorgasverfahren Energie liefert (exotherme Reaktion der Verbrennung von Koks), während das Wassergasverfahren Energie benötigt, die Temperatur des glühenden Kokes daher absinkt (endotherme Reaktion der Reduktion von Wasser durch Kohlenstoff).



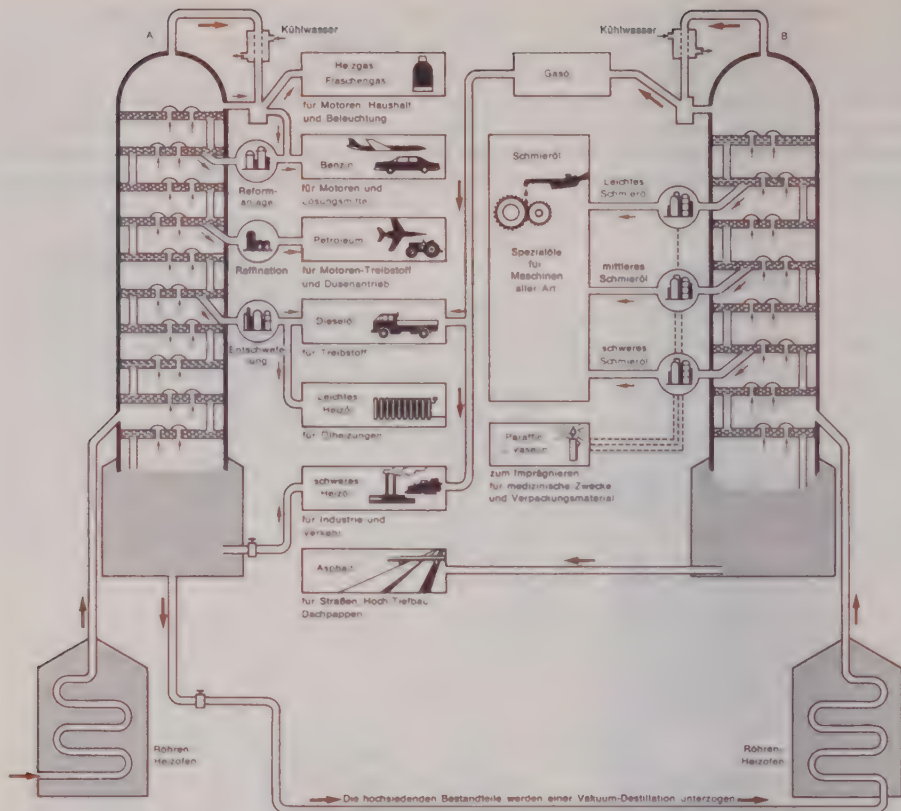
Verflüssigung der Kohle

Diese Bezeichnung will andeuten, daß es gelingt, aus Kohle flüssige Energieträger (Benzin) herzustellen. Das *Bergius-Verfahren* erzeugt aus gemahlener Kohle und Wasserstoff (aus Wassergas) bei hohem Druck und hoher Temperatur flüssige Kohlenwasserstoffe. Annähernd die gleichen Endprodukte erhält man beim *Fischer-Tropsch-Verfahren*, doch verarbeitet dieses bei niedrigeren Temperaturen und normalem Druck Wassergas. In beiden Fällen werden spezifische Katalysatoren benutzt. Die Kohleverflüssigungsverfahren hatten während des Zweiten Weltkriegs in Deutschland erhebliche Bedeutung. Heute gewinnt man Treibstoffe zweckmäßiger aus Erdöl.

Erdöl

Das Erdöl entstand im Laufe langer Zeiträume durch Umwandlung vornehmlich tierischer und pflanzlicher Meeresorganismen unter Luftabschluß. Aus Faulschlamm bildete sich allmählich das Erdöl als kohlenwasserstoffreiche Flüssigkeit. Es sammelte sich meist in porösen Sedimentgesteinen, wo es durch die darüberlagernden Schichten unter Druck stand. Häufig schwimmt es auf einer Wasserschicht, und Erdgas ist meist ebenfalls vorhanden. Beim Anbohren wird das Öl ausgepreßt. Erst später ist eine Förderung durch Pumpen notwendig.

Zur Gewinnung der einzelnen Kohlenwasserstoff-Fractionen (Benzine, Petroleum, Schmieröle) wird das Erdöl erhitzt und verdampft, wobei selbstverständlich kein Sauerstoff zugegen sein darf.



Schema der Aufbereitung von Erdöl durch fraktionierte Destillation
A = Destillation bei Normaldruck B = Destillation bei vermindertem Druck

Der zurückbleibende Asphalt dient zum Straßenbau. Die verdampften Anteile werden bei verschiedenen Temperaturen wieder verflüssigt (fraktionierte Destillation). Da der Bedarf an Benzin und Heizöl höher ist, als er dem Anteil dieser Stoffe bei der Destillation entspricht, hat man Verfahren entwickelt, die die langkettigen höhersiedenden Kohlenwasserstoffe in kurzkettige niedrigersiedende zerlegen (cracken). Da die niederen Kohlenwasserstoffe prozentual mehr Wasserstoff enthalten als die höheren, muß dieses Gas beim Umwandlungsprozeß zugeführt werden (Hydrierung).

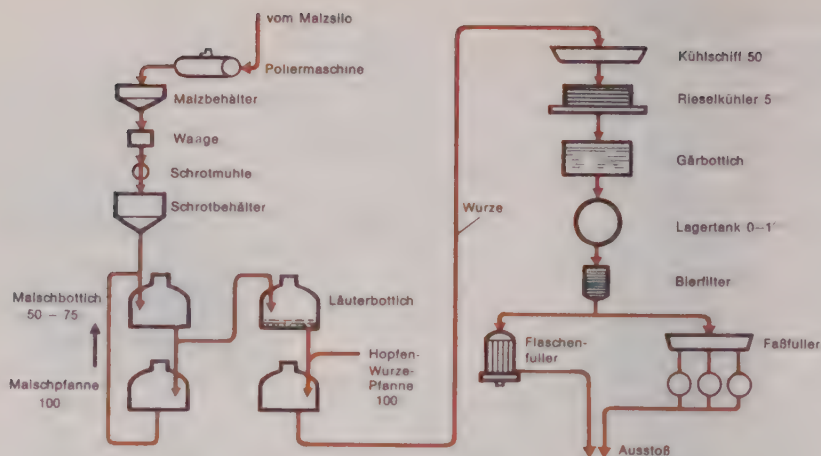
Heute hat die Verarbeitung von Erdöl größere Bedeutung als die Verarbeitung von Kohle, was in den letzten Jahrzehnten erhebliche Umstellungen auf dem Gebiet der Energieversorgung zur Folge gehabt hat. Heizöl ist vielfach an die Stelle der Kohle getreten.

Fraktionen des Erdöls

Destillationsbereich	Rohprodukt	Handelsprodukt	Verwendung
40– 70 °C	Rohbenzin C ₅ –C ₉	Petroläther (Gasolin) s = 0,65	Lösungsmittel, Flecken- wasser
70–100 °C		Leichtbenzin s = 0,70	Waschbenzin, Fettextrak- tion, Flugzeugbenzin
100–120 °C		Schwerbenzin s = 0,75	Treibstoff für Lastwagen
120–150 °C		Ligroin s = 0,78	„Putzöl“ zur Maschinen- pflege, Lösungsmittel für Harze und Lacke
150–250 °C	Rohpetroleum C ₉ –C ₁₆	Leuchtöl (= Kerosin = Petroleum) s = 0,84	Leuchtzwecke
250–350 °C		Gasöl = Dieselöl s = 0,86	Treibstoff für Diesel- motore
350–400 °C	Rohschmieröl C ₁₇ –C ₃₀ s = 0,90–0,96	Dieselöl Heizöl	Dieselmotore, Ölfeuerun- gen
		Schmieröl	für Maschinenlager
		Vaseline	Salbengrundlage, Lederfett, Schmiermittel
		Paraffin	Kerzen, Isolierung, Zünd- holzfabrikation, Fettsäure- gewinnung
über 400 °C	Rückstand C ₃₀ –C ₆₀	Bitumen	Straßenbau
		Petrolpech	Kracken, Dachpappe
		Petrolkoks	Elektroden

Alkohole

Organische Verbindungen, die eine Hydroxidgruppe (*OH*-Gruppe) im Molekül enthalten, heißen allgemein Alkohole. Diese Hydroxidgruppe ist (im Gegensatz zu den *OH*-Gruppen in Laugen) durch Atom-Bindung mit dem übrigen Molekül verknüpft, vermag also in wässriger Lösung nicht abzu-dissoziieren. Die Alkohole sind daher keine Laugen, sondern neutrale Verbindungen. Der bekannteste Alkohol ist der **Äthylalkohol** CH₃—CH₂—OH oder kurz C₂H₅OH. Äthylalkohol ist eine farblose, leicht verdunstende, brennbare, würzig riechende Flüssigkeit von brennendem Geschmack. Handelsüblicher Sprit (Weingeist) enthält 96 Prozent Äthylalkohol. Durch Destillieren kann man die 4 Prozent Wasser nicht entfernen, wohl aber durch hygroskopische Mittel. Man erhält dann absoluten, reinen Alkohol. Als Trinkalkohol ist Sprit hoch besteuert. Als Brennsprit werden ihm geschmacksverschlechternde Beimengungen zugesetzt, die einen Mißbrauch verhindern; dieser Brennsprit ist billiger. In der Fachsprache sind die Alkohole durch die Endung -ol gekennzeichnet. Äthylalkohol heißt dann Äthanol. Chemisch wird Äthanol als Lösungsmittel (für Lacke, Firnisse, Tinkturen) verwendet. In konzentrierter Form ist Äthanol giftig.



Schema einer Brauerei

Von alters her gewinnt man Äthylalkohol zu Trinkzwecken durch die **alkoholische Gärung**: Zucker (eventuell aus Stärke gebildet) wird durch die Enzymwirkung der Hefe in Äthylalkohol und Kohlendioxid zerlegt. Bei der Bierbrauerei verwendet man als Stärkelieferanten Gerste. Diese läßt man ankeimen, wobei Malzzucker entsteht. Den Keimungsprozeß unterbindet ein Erhitzen (Darrmalz). Durch Anrühren des geschroteten Darrmalzes mit Wasser gewinnt man die sogenannte Maische, die man filtriert. Die klare Flüssigkeit (Bierwürze) wird mit Hopfen gekocht und nach der Abkühlung mit Hefe angesetzt. Nach Reifungsvorgängen und mehrfachen Filtrationen ist das Bier trinkfertig. Bei der Weinbereitung fällt die Erzeugung von Zucker aus Stärke weg, und auch die benötigte Hefe (Weinhefe) braucht nicht zugesetzt zu werden, da sie auf den Trauben stets vorhanden ist. Die größten Mengen von Äthylalkohol für Trinkzwecke werden aus Kartoffeln hergestellt. Destillation (Brennen) von alkoholhaltigen Flüssigkeiten führt zu konzentrierteren Getränken (Branntwein).

Für technische Zwecke stellt man Äthanol heute vorwiegend aus Acetylen durch Anlagerung von Wasser und anschließende Reduktion des zwischenzeitlich gebildeten Acetaldehyds her.

Ein weiterer wichtiger Alkohol ist der **Methylalkohol**, auch Methanol genannt. Die farblose, würzig riechende, brennbare Flüssigkeit ist außerordentlich giftig (Erblindung, Tod beim Trinken kleiner Mengen). Formelmäßig leitet sich Methanol vom Methan ab: CH_3OH . Großtechnisch stellt man die Verbindung aus Wassergas mittels Katalysatoren bei erhöhter Temperatur und hohem Druck her. Durch diese Methanolsynthese wird der für die chemische Industrie wichtige Rohstoff heute billig produziert.

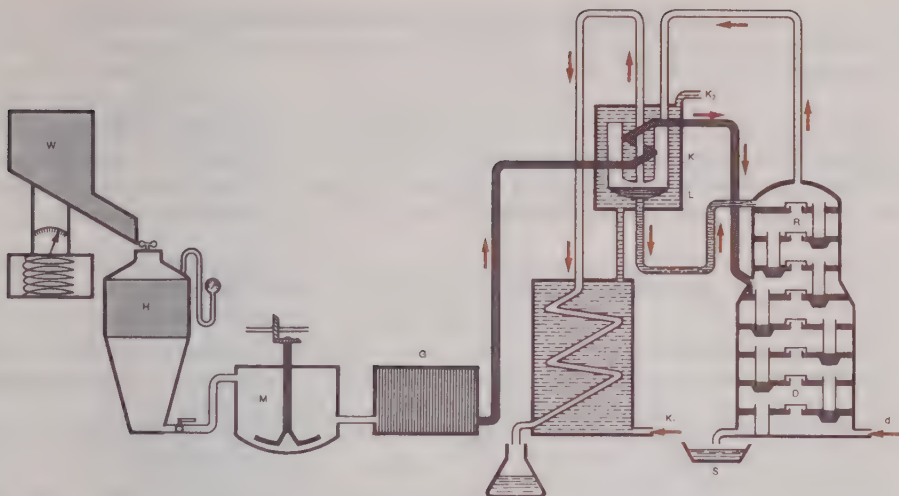
Auch von den übrigen Alkanen leiten sich entsprechende Alkohole ab. Beispiele:

Propanol (Propylalkohol) $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$

Butanol (Butylalkohol) $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$

Pentanol (Pentyl- oder Amylalkohol) $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$ usw.

Hierbei ist wieder zu beachten, daß es verschiedene Isomere dieser Alkohole gibt je nach der Stellung, die die OH -Gruppe am Kohlenstoffgerüst einnimmt. Die Nummer des Kohlenstoffatoms wird als Zahl hinter der Endung *-ol* angegeben.



Schematische Darstellung der Fabrikation von Spiritus aus Kartoffeln

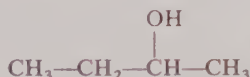
Die im Wägekasten *W* abgewogenen Kartoffeln werden in Druckkesseln / Henzedampfern *H* verkleistert und im Maischbottich mit Ruhrwerk *M* durch Diastase verzuckert. Die zuckerhaltige Maische wird im Gärbottich *G* durch Hefe vergoren. Die alkoholhaltige Maische wird in den Kondensator *K* gepumpt und in einer Kühltangente desselben vorgewärmt. Sie kommt dann in die Destilliersäule *D*, welche aus mehreren Einzelkammern besteht, die durch Übersteigrohre miteinander verbunden sind, durch die tritt Dampf ein, der die Maische zum Sieden bringt. Auf dem Weg durch die Destilliersäule *D* reichert er sich aus der entgegenfließenden Maische mit Alkoholdämpfen an, ein Vorgang, der sich in der Rektifiziersäule *R* fortsetzt. Die alkoholfreie Schlempe fließt durch *S* ab. Das aus der Rektifiziersäule entweichende Gemisch von Alkohol und Wasserdampf kommt in den Kondensator *K*, auf dessen Boden sich eine alkoholarme Flüssigkeit *L*, Lutter genannt, anreichert, die in die Rektifiziersäule *R* zurückfließt. Die Alkoholdämpfe werden in den Kühler *S* geleitet. K_1-K_2 gibt den Weg des Kühlwassers an.

Beispiele:

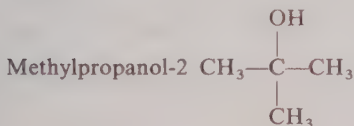
n-Butanol-1



n-Butanol-2

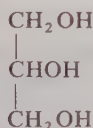


Methylpropanol-2



Kommen zwei, drei oder mehr *OH*-Gruppen in einem Molekül vor, so spricht man von zwei-, drei- oder mehrwertigen Alkoholen. Alkoholgruppen des Typs $-\text{CH}_2\text{OH}$ heißen primär, die des Typs $-\text{CHOH}$ sekundär und die des Typs $\equiv \text{C}-\text{OH}$ tertiär. Beispiel:

Glycerin (Propan-triol-1,2,3) ist ein dreiwertiger, doppelt primärer und einfach sekundärer Alkohol:



Methylpropanol-2 (siehe oben) ist ein einwertiger, tertiärer Alkohol.

Aldehyde und Carbonsäuren

Aldehyde

Aldehyde entstehen durch Oxidation primärer Alkohole; sie sind durch die Gruppe —CHO gekennzeichnet (Gegensatz zur Schreibweise der tertiären Alkohole $\equiv\text{C—OH}$ beachten!). Genauer gesagt, handelt es sich bei dieser Oxidation allerdings um einen Entzug von Wasserstoff, einen Vorgang, den man in der organischen Chemie exakt als Dehydrierung bezeichnet:

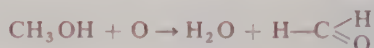


Aus Äthylalkohol (Äthanol) entsteht auf diese Weise Acetaldehyd (Äthanal; Aldehyde erhalten die allgemeine Endung -al). Der Name **Aldehyde** leitet sich von der Bezeichnung **Alcohol dehydro-**genatus ab, was soviel bedeutet wie Alkohol, dem man Wasserstoff entzogen hat.

Aldehyde lassen sich rückläufig wieder zu Alkoholen hydrieren (reduzieren). Hiervon wird bei der technischen Gewinnung von Äthanol Gebrauch gemacht (siehe Äthylalkohol).

Da sich Aldehyde selbst leicht weiter (zu Carbonsäuren) oxidieren, wirken sie stark reduzierend, fällen zum Beispiel Silber aus Silbersalzlösungen aus (Silberspiegelprobe) und erzeugen mit Fehlingscher Lösung (Natronlauge, Kupfersulfat und Seignettesalz) einen gelbroten Niederschlag von Kupfer (I)-oxid Cu_2O .

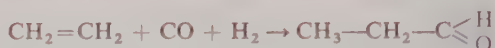
Acetaldehyd ist eine farblose, brennbare, erstickend riechende Flüssigkeit. Vom Methanol leitet sich der Formaldehyd ab:



Formaldehyd ist ein farbloses, stechend riechendes Gas, das als 40prozentige wässrige Lösung unter dem Namen **Formalin** in den Handel kommt.

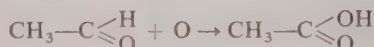
Acetaldehyd und Formaldehyd haben als Ausgangsstoffe für Arzneimittel und Kunststoffe große Bedeutung.

Technisch stellt man heute Aldehyde (und durch Hydrierung auch Alkohole) auf dem Wege der Oxo-Synthese aus Olefinen, Kohlenmonoxid und Wasserstoff her. Beispiel:



Carbonsäuren

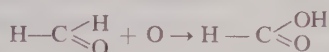
Carbonsäuren entstehen durch Oxidation von Aldehyden; sie sind durch die Gruppe —COOH gekennzeichnet:



Aus Acetaldehyd entsteht dabei die **Essigsäure** (*acidum aceticum*, woraus sich auch der Name Acetaldehyd ableitet). Bei den Carbonsäuren handelt es sich meist um schwache Säuren, die in wässriger Lösung dissoziieren:



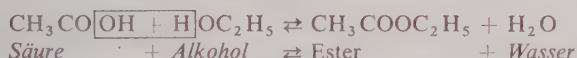
Auch in großem Maßstab wird Essigsäure durch Oxidation von Acetaldehyd gewonnen, der wiederum aus Äthen oder Äthin zugänglich ist. Daneben wird Essig zu Speisezwecken auch durch Oxidation von Alkohol an der Luft gewonnen (Weinessig durch Sauerwerden von Wein). Die Salze der Essigsäure heißen Acetate. Beispiel: Natriumacetat CH_3COONa . Vom Formaldehyd leitet sich die Ameisensäure ab:



Ameisensäure kommt im Ameisengift sowie in den Haaren der Brennessel vor. Technisch gewinnt man sie durch Einwirkung von Kohlenmonoxid auf geschmolzenes Ätznatron über ihr Salz, das Natriumformiat (*Formiate* sind die Salze der Ameisensäure):



Neben der Salzbildung sind die Carbonsäuren noch zu einer besonderen Reaktion mit Alkoholen fähig. Mit ihnen bilden sie *Ester*:



Hierbei handelt es sich nicht um eine Ionenreaktion (wie etwa bei der Neutralisation). Daher spielt sich ein Gleichgewicht ein, das von außen beeinflußt werden kann. Beispiel: Die meisten Ester sind Flüssigkeiten mit niedrigem Siedepunkt; treibt man sie durch Erhitzen aus, so verschiebt sich das Gleichgewicht nach rechts. Fügt man andererseits Wasser (in Form von überhitztem Wasserdampf) oder Natronlauge zu, so verschiebt sich das Gleichgewicht nach links. Diese Spaltung der Ester heißt *Verseifung*. Der Name leitet sich davon ab, daß der Vorgang bei der Seifenbildung eine Rolle spielt.

Die Gruppe $-\text{COOH}$ der Carbonsäure nennt man **Carboxylgruppe**. Tritt sie einmal im Molekül auf, so handelt es sich um einwertige Carbonsäuren (Ameisensäure, Essigsäure und die folgenden von den Alkanen ableitbaren Säuren; diese werden auch Fettsäuren genannt, da sich einige höhere Vertreter wie die Palmitinsäure $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ und die Stearinsäure $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ auch als Bestandteil der Fette finden). Es gibt aber auch mehrwertige Carbonsäuren. Beispiele:



Zu den Carbonsäuren und ihren Estern gehören alle heute noch zugelassenen Konservierungsstoffe für Nahrungsmittel.

Farb-, Aroma- und Konservierungsstoffe in unseren Nahrungs- und Genußmitteln

Nach der Novelle zum Lebensmittelgesetz vom 23.12.1959 ist der *Farbzusatz* bei einer Reihe von Lebensmitteln gestattet, aber nicht vorgeschrieben. Das Gesetz verzichtet auf die Nennung des Farbstoffes und verlangt z. B. nur die Angabe: Marmelade „mit Farbstoff“. Da die Farbstoffe im einzelnen nicht angegeben werden müssen, soll hier auf die Aufzählung der 36 zugelassenen Farben, aber auch auf die 16 zu färbenden Warengruppen verzichtet werden.

Auch bei zugesetzten künstlichen *Aromastoffen* muß die chemische Bezeichnung nicht angegeben werden. Es hat jedoch im Falle eines Zusatzes z. B. zu heißen: Geleespeise „mit künstlichem Aromastoff“.

Werden *Früchte*, insbesondere Schalen, mit bestimmten Stoffen behandelt, dann ist ein genauer Hinweis verlangt. Diese Regelung betrifft die Zitrusfrüchte (Orangen, Zitronen), z. B. muß es heißen: Orangen „mit Diphenyl, Schale nicht zum Verzehr“.

Bei *Trockenfrüchten*, auch bei Rosinen, Sultaninen muß gegebenenfalls vermerkt werden, z. B.: getrocknete Aprikosen „geschwefelt“. Wurden getrocknete Weinbeeren mit Paraffin behandelt, ist folgende Angabe vorgeschrieben, z. B.: Sultaninen „mit Paraffin“.

In Gaststätten und Einrichtungen der Gemeinschaftsverpflegung weisen Vermerke auf Speisekarten oder Aushängen auf die eventuell verwendeten *Konservierungsmittel* in Form der Kennnummer hin.

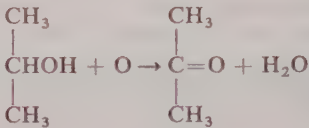
Der Gesetzgeber hat nur solche Stoffe zugelassen, von denen man mit Sicherheit weiß, daß sie nicht gesundheitsschädigend sind. Sie haben allein den Zweck, dem Verbraucher *unverdorbene* Nahrungsmittel zu gewährleisten. Soweit Farbzusätze nur dem Auge schmeicheln, hat es der Käufer in der Hand, darauf zu verzichten, indem er ungeschönte Ware verlangt.

Als Konservierungsstoffe sind nach der Verordnung vom 19. 12. 59 zugelassen:

Kennnummer	Allgemeine Bezeichnung	Chemische Bezeichnung	Chemische Zusammensetzung (Formel)
1	Sorbinsäure	Sorbinsäure u. ihre Na-, K- und Ca-Verbindungen	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$ Sorbinsäure $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COONa}$ Natriumsorbat $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOK}$ Kaliumsorbat $(\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COO})_2\text{Ca}$
2	Benzoessäure	Benzoessäure u. ihre Na-Verbindung	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ = Benzoessäure $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$ = Natriumbenzonat
3	PHB-Ester	p-Hydroxybenzoessäure-Äthyl-(Propyl-)ester und die Na-Verbindungen	$\text{OH}(\text{Na})$  COOC_3H_5 äthyl-ester p-Hydroxybenzoessäure-  COOC_3H_7 propyl-ester
4	Ameisensäure	Ameisensäure u. ihre Na-, K- und Ca-Verbindungen	HCOOH = Ameisensäure HCOONa = Natriumformiat HCOOK = Kaliumformiat $(\text{HCOO})_2\text{Ca}$ = Kalziumformiat

Ketone

Ketone entstehen durch Oxidation (Dehydrierung) von sekundären Alkoholen:



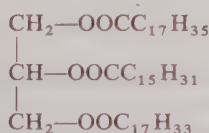
Aus Propanol-2 bildet sich Dimethylketon, auch **Aceton** genannt. Aceton ist eine farblose Flüssigkeit, die als Lösungsmittel für Harze und Lacke dient.

Die Gruppe $=\text{CO}$ heißt Ketogruppe und kennzeichnet die Ketone. Da kein Wasserstoffatom vorhanden ist, findet keine weitere Oxidation mehr statt, und Ketone reduzieren nicht. Das gleiche gilt für tertiäre Alkohole. Sie sind demnach überhaupt keiner Oxidation zugänglich. Zusammenfassung:

Primäre	Alkohole	→	Aldehyde	→	Carbonsäuren
Sekundäre	Alkohole	→	Ketone	—	
Tertiäre	Alkohole	—		—	

Fette und Seifen

Fette sind chemisch die Glycerin-Ester höherer Fettsäuren, vor allem der Stearin- und der Palmitinsäure. In flüssigen Fetten findet sich auch noch die Ölsäure, die eine Doppelbindung im Molekül enthält: $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$. Wegen dieser verschiedenen Komponenten gibt es auch eine große Zahl verschiedener Fette. Beispiel für das Molekül eines Fettes:



Reine Fette sind farb-, geschmack- und geruchlos, leichter als Wasser und lösen sich in organischen Lösungsmitteln, nicht in Wasser. An der Luft werden sie durch Bakterien zersetzt und nehmen dabei einen unangenehmen Geruch an (Ranzigwerden der Fette). Natürliche Fette verdanken ihren typischen Geruch und Geschmack charakteristischen Beimengungen.

Von Fetthärtung spricht man, wenn an flüssige Fette katalytisch Wasserstoff angelagert wird. Dadurch wandelt sich die Ölsäure in Stearinsäure um, und der Schmelzpunkt wird heraufgesetzt. Die Härtung entspricht also chemisch einer Hydrierung. Sie trägt der Tatsache Rechnung, daß in der Praxis ein größerer Bedarf an halbfesten oder festen als an flüssigen Fetten besteht: Margarineherstellung aus Ölen.

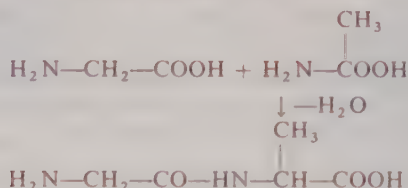
Seife gewinnt man aus Fetten, die für die Ernährung nicht in Frage kommen. Man spaltet die Fette, die ja Ester darstellen, im Vorgang der Verseifung durch Einwirkung von Natronlauge oder überhitztem Wasserdampf in Glycerin und Fettsäuren. Benutzt man Natronlauge, so entstehen unmittelbar die Natriumsalze der höheren Fettsäuren: Seife. Während die Natriumsalze feste Seifen ergeben, liefern die Kaliumsalze Schmierseifen, vor allem bei Anwesenheit von Ölsäure. Die reinigende Wirkung der Seife beruht auf verschiedenen physikalischen und chemischen Vorgängen. Die Oberflächenspannung des Wassers wird herabgesetzt, so daß sich die Flüssigkeit leichter zwischen Unterlage und Schmutz schiebt. Der Schaum hebt den Schmutz endgültig ab. Hinzu kommt eine elektrostatische Abstoßung zwischen Unterlage und Schmutz, wobei die negativ geladenen Fettsäure-Ionen eine wichtige Rolle spielen. Sie senken sich nämlich mit dem langen Kohlenwasserstoffrest in die Schmutzteilen ein und bedingen durch die negative Aufladung ein Loslösen. Seife hat auch eine bakterientötende Wirkung.

Sind Calcium- oder Magnesium-Ionen im (harten) Wasser vorhanden, so bildet die Seife mit diesen unlösliche und daher unwirksame Calcium- oder Magnesiumsalze der höheren Fettsäuren als graue Niederschläge: Hartes Wasser ist zum Waschen ungeeignet.

Moderne Waschmittel sind auch in hartem Wasser ohne Minderung der Waschwirkung verwendbar. Sie enthalten keine Alkalisalze höherer Fettsäuren, sondern Kohlenwasserstoffketten, die an ihrem Ende die Säurereste der Schwefelsäure oder eine Sulfongruppe tragen. Deren Calcium- und Magnesiumsalze sind löslich und können daher die Waschwirkung nicht beeinträchtigen. Zunächst zeigten diese Substanzen in den Abwässern unerwünschte Schaumbildung, wobei die Tatsache eine große Rolle spielte, daß Mikroorganismen (Bakterien) die großen Moleküle nicht schnell genug abbauen konnten. Heute verwendet man in der Industrie der synthetischen Waschmittel (Detergentien) leicht abbaubare Verbindungen.

Eiweißstoffe

Eiweißstoffe sind in allen lebenden Organismen zu finden. Sie dienen dort als Bau- und Reservestoffe. Chemisch sind sie aus den Elementen Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff aufgebaut, und meist findet sich auch noch Schwefel und Phosphor in den großen Molekülen (Makromolekülen). Alle Eiweißstoffe sind aus kleinemolekularen Bausteinen, den Aminosäuren, zusammengesetzt. Diese bilden lange Ketten, wobei jeweils die Carboxylgruppe der einen Aminosäure mit der Aminogruppe der nächsten gekoppelt ist (Peptidbindung). Beispiel: Peptidbindung zwischen einem Molekül Glycin und einem Molekül Alanin:



Etwa 20 verschiedene Aminosäuren lassen sich in beliebiger, aber für jeden Eiweißstoff charakteristischer Weise miteinander koppeln. Bedenkt man, daß in einem Eiweißmolekül Hunderte oder Tausende von Aminosäuren (in ganz bestimmter Reihenfolge oder Sequenz) enthalten sind, so kann man sich vorstellen, daß jedes Lebewesen über sein eigenes, artspezifisches Eiweiß verfügen mag.

Die meisten Eiweißstoffe bilden kolloidale Lösungen, werden aber durch Erhitzen oder durch Zugabe bestimmter Chemikalien (Säuren, Gerbstoffe) ausgefällt. Unlöslich sind dagegen die sogenannten Gerüsteiweißstoffe, die die Haare oder Nägel zusammensetzen. An das Eiweißmolekül binden sich nicht selten noch spezielle andersartige Moleküle wie Nucleinsäuren, Farbstoffe (Hämoglobin des Blutes — Eiweiß · Farbstoffkomponente) oder Zuckerreste. Solche Verbindungen nennt man dann im Gegensatz zu den einfachen Eiweißstoffen (Proteinen) zusammengesetzte Eiweißstoffe (Proteide).

Tabelle der im Eiweiß vorkommenden Aminosäuren:

Aminosäure	Formel
Glykokoll (Glycin)	$ \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{COOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array} $
Alanin	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array} $
Valin	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \diagup \\ \text{CH}_3 \diagdown \text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array} $
Leucin	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \diagup \\ \text{CH}_3 \diagdown \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array} $
Isoleucin	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_3 \diagup \\ \text{CH}_3 \diagdown \text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array} $

Fortsetzung Aminosäuren-Tabelle

Aminosäure	Formel
Serin	$\text{HO}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
Cystein	$\text{HS}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
Cystin	$\begin{array}{c} \text{S}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH} \\ | \\ \text{S}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH} \end{array}$
Methionin	$\text{CH}_3\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
Threonin	$\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
Ornithin	$\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}_2}-\text{CH}_3-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}_2}-\text{CH}-\text{COOH}$
Arginin	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH} \\ | \qquad \qquad \qquad | \\ \text{NH} \qquad \qquad \qquad \text{NH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}=\text{NH} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{NH}_2 \end{array}$
Lysin	$\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}_2}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
Asparaginsäure	$\text{NH}_2-\underset{\text{CH}_2-\text{COOH}}{\text{CH}}-\text{COOH}$
Glutaminsäure	$\text{NH}_2-\underset{\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}}{\text{CH}}-\text{COOH}$
Phenylalanin	$\text{C}_6\text{H}_5-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}_2}-\text{CH}-\text{COOH}$
Tyrosin	$\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}_2}-\text{CH}-\text{COOH}$
Tryptophan	$\text{C}_8\text{H}_7-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}_2}-\text{CH}-\text{COOH}$

Aminosäure	Formel
Prolin	$ \begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ | \quad \quad | \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH} - \text{COOH} \\ \diagdown \quad / \\ \text{NH} \end{array} $
Oxyprolin	$ \begin{array}{c} \text{HO} - \text{CH} - \text{CH}_2 \\ | \quad \quad | \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH} - \text{COOH} \\ \diagdown \quad / \\ \text{NH} \end{array} $
Histidin	$ \begin{array}{c} \text{N} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\ || \quad \quad || \quad \quad | \\ \text{CH} \quad \text{CH} \quad \text{NH}_2 \\ \diagdown \quad / \\ \text{NH} \end{array} $
So verschieden sie auch auf den ersten Blick scheinen, sie haben doch alle <i>einen</i> Molekulteil gemeinsam: $\text{NH}_2 - \text{CH} - \text{COOH}$	

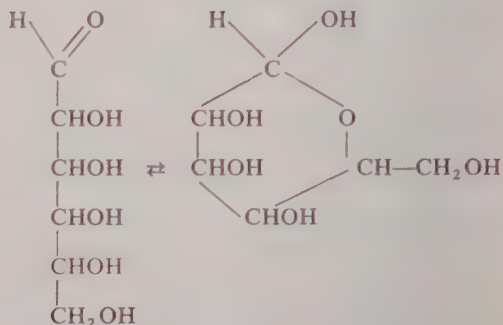
Kohlenhydrate

Als Kohlenhydrate bezeichnet man die Verbindungen Cellulose, Stärke und Zucker sowie einige diesen nahestehende Verbindungsgruppen. Neben Kohlenstoff sind stets Wasserstoff und Sauerstoff vorhanden, wobei letztere im Verhältnis 2 : 1 stehen. Nach dem Bautyp der Moleküle unterscheidet man:

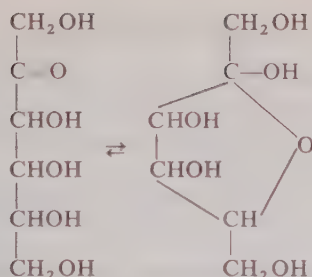
Monosaccharide

Darunter versteht man Kohlenhydrate, die als Grundbestandteile der übrigen aufzufassen sind und sich nicht weiter in kleinere Kohlenhydratmoleküle spalten lassen. Sie sind alle wasserlöslich und schmecken süß (Zucker). Am bekanntesten sind der **Fruchtzucker** (Fructose) und der **Traubenzucker** (Glucose). Beide kommen in süßen Früchten und im Honig vor. Traubenzucker ist das erste Assimilationsprodukt in den grünen Pflanzen. Er stellt chemisch einen Aldehydzucker dar, während der Fruchtzucker eine Ketogruppe aufweist. Allerdings bilden beide Moleküle zum Teil auch Ringe, wodurch sie für den Aufbau größerer Moleküle (Di- und Polysaccharide) geeignet werden.

Traubenzucker $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$



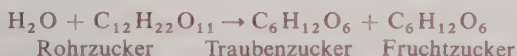
Fructuzucker $C_6H_{12}O_6$



Traubenzucker und infolge innermolekularer Umlagerungen auch Fructuzucker reduzieren Fehlingsche Lösung, wie dies Aldehyde tun.

Disaccharide

Bei den Disacchariden sind zwei Moleküle von Monosacchariden miteinander verknüpft. Die bekannteste Verbindung ist der **Rohr-** oder **Rübenzucker** (beide Zuckerarten sind chemisch identisch). Er läßt sich in je ein Molekül Traubenzucker und Fructuzucker spalten:



Da bei dieser Bindung sowohl die Aldehyd- als auch die Ketogruppe blockiert wird, ist Rohrzucker keine Verbindung, die Fehlingsche Lösung reduziert. Anders verhält es sich beim Disaccharid **Malzzucker**, der in keimenden Gerstenkörnern aus Stärke gebildet wird. Malzzucker läßt sich in zwei Moleküle Traubenzucker spalten, und da eine der Aldehydgruppen im Disaccharid erhalten geblieben ist, reduziert die Verbindung Fehlingsche Lösung.

Polysaccharide

Wie der Name schon andeutet, sind hier viele Monosaccharide zu großen Makromolekülen verknüpft. Die Zahl der Monomeren (Bausteine) schwankt und liegt bei Stärke um 200, bei Cellulose um 2000. Man schreibt die allgemeine Formel der Polysaccharide daher $(C_6H_{10}O_5)_n$. **Stärke** bildet sich bei der Assimilation in der grünen Pflanze aus dem Primärprodukt Traubenzucker und wird in dieser Form als Reservestoff abgelagert.

Auch **Cellulose** setzt sich ausschließlich aus Traubenzuckermolekülen zusammen, wird aber in erster Linie als Gerüst für Zellwände und allgemein zur Erhöhung der Festigkeit einer Pflanze benutzt. In tierischen Organismen kommt Cellulose (im Gegensatz zu Stärke) nur äußerst selten vor. Der Mensch verwendet Cellulose in Form von Papier. Baumwolle besteht chemisch ebenfalls aus Cellulose, desgleichen Leinen und Jute. Durch Behandeln mit konzentrierter Salpetersäure (in Mischung mit konzentrierter Schwefelsäure) gewinnt man Nitrocellulose (genauer: Salpetersäure-Ester der Cellulose). Diese wird zur Herstellung rauchlosen Schießpulvers verwendet. Auch zur Fabrikation von Kunstseide dient Cellulose (Acetat-, Bemberg-, Viskoseseide).

Kunststoffe

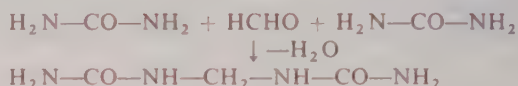
Die Chemie der Kunststoffe hat sich in den letzten Jahrzehnten gewaltig ausgeweitet, so daß es kaum mehr möglich ist, den Gesamtkomplex zu überblicken. Zudem wird das Gebiet durch die Verwendung zahlreicher nichtchemischer Markennamen unübersichtlich. Hier werden nur einige wichtige Verbindungsgruppen herausgegriffen.

Die älteren Kunststoffe verwendeten als Ausgangsmaterialien noch weitgehend die vorgegebenen, natürlichen Makromoleküle (zum Beispiel Cellulose bei den verschiedenen Kunstseidearten, bei Celluloid, Cellophan usw.; Milcheiweiß in Form von Casein für die hornartigen Galalithwaren wie Knöpfe, Messergriffe usw.). Später ging man daran, aus kleinen Molekülen auf synthetischem Weg Makromoleküle zu schaffen. Diese Verfahren lassen sich als Polykondensation und Polymerisation bezeichnen.

Polykondensation

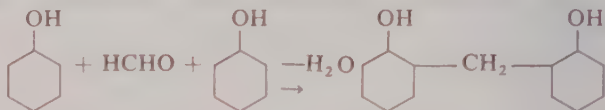
Von Kondensation spricht man, wenn Moleküle unter Austritt von Wasser zu größeren Molekülen (Makromolekülen) zusammentreten. Folgende Kunststoffgruppen entstehen durch Polykondensation:

a) **Aminoplaste:** Vorwiegend hellfarbige Produkte, die durch Polykondensation von Harnstoff und Formaldehyd entstehen.



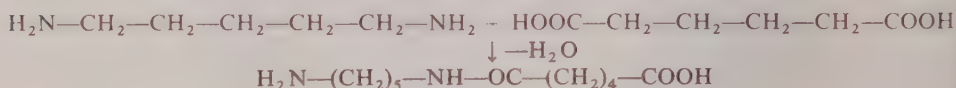
Dieses Koppelungsprinzip wird fortgesetzt. Man kann daraus Haushalts- und Küchenartikel fertigen.

b) **Phenoplaste:** Hier kondensieren Phenol und Formaldehyd miteinander nach dem Schema

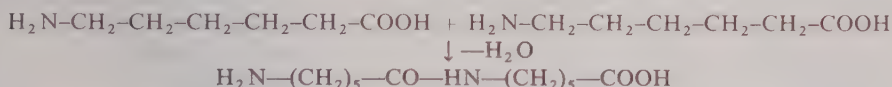


Da nicht nur die Wasserstoffatome in o-Stellung, sondern auch in p-Stellung reagieren können, vernetzen die Moleküle. Je nach den Bedingungen bilden sich härtbare oder nicht härtbare Produkte. Verschiedene Phenoplaste: Novolacke, Resole, Resite.

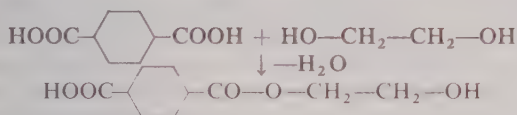
c) **Nylon:** Es kondensieren 1,5-Diaminopentan und Adipinsäure zu langen Kettenmolekülen, die letztlich die Fadenstruktur des Nylonmaterials bedingen:



d] Perlon: Das in Deutschland entwickelte Perlon setzt sich im Gegensatz zum amerikanischen Nylon aus gleichartigen Kleinmolekülen (Aminocaprönsäure) zusammen, die ebenfalls zu langen Ketten kondensieren:



e] Terephthalsäure-glykol-ester: Hierbei treten Terephthalsäure und Glykol unter Wasseraustritt zusammen:

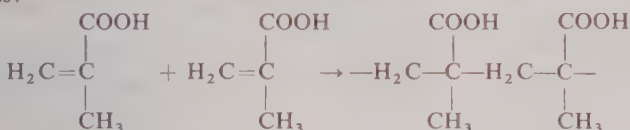


Die entstehenden Produkte sind unter den Markennamen Diolen, Trevira und Terylene bekannt.

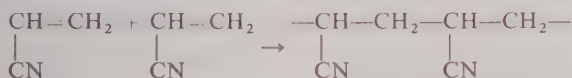
Polymerisation

Bei der Polymerisation vereinigen sich kleinere Moleküle ohne Austritt von Wasser zu Makromolekülen. Dies ist nur dadurch möglich, daß vorhandene Doppelbindungen aufgerichtet werden, weshalb die Polymerisation mit ungesättigten Verbindungen durchgeführt wird.

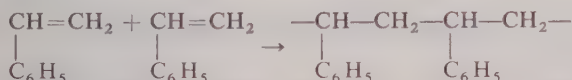
a] Plexiglas: Methylacrylsäure polymerisiert zu einem durchsichtigen, splittersicheren Kunststoff, dem Plexiglas:



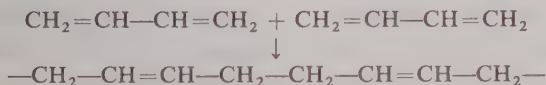
b] Polyacrylnitril: Acrylnitril polymerisiert in der gleichen Weise zu Fasern, die unter den Namen Orlon und Dralon bekannt geworden sind:



c] Polystyrol: Styrol polymerisiert zu harten, vielseitig einsetzbaren Kunststoffvarianten für Gebrauchsgegenstände:



d] Künstlicher Kautschuk: Die bekannteste Sorte, Buna, wird durch Polymerisation von Butadien gewonnen:



Kunststoffe und ihre Verwendung (in Auswahl)

Chemische Kennzeichnung	Handelsprodukt	Verwendungsgebiete
Polyamide $[-\text{NH}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO}-]_n$	Nylon, Perlon, Ultramid, Rilsan, Trelon	Zahnräder, Möbelbeschläge, Hammerköpfe, Reißverschlüsse, Dichtungen, Textilfasern
Polyacrylnitril $[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CN})-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CN})-]_n$	Orlon, Dralon	Fasern, Textilien
Polyäthylen $[-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-]_n$	Alathon, Hostalen, Lupulen, Polythene, Vestolen, Suprathen	Haushaltsgegenstände, Geschirr, Körbe, Wannen, Camping-Artikel, Elektrokleinteile, Verpackung
Polyacetale $[\text{HCHO}]_n$	Delrin	Bohrmaschinengehäuse, Armaturenbretter, Getriebe, Reißverschlüsse, Gehäuse, Griffe, sanit. Artikel, Haushaltsartikel
Polyester $[-\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O}-\text{OCC}_6\text{H}_4\text{CO}-]_n$	Terylene, Dacron, Trevira, Diolen	Fasern, Textilien
Polymethacrylate $\left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}_3 \\ | \quad \quad | \\ -\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2- \\ | \quad \quad | \\ \text{CO} \quad \quad \text{CO} \\ | \quad \quad | \\ \text{CR} \quad \quad \text{CR} \end{array} \right]_n$	Plexiglas, Plexigum, Resarit	Haushalt, Werbezwecke, Innenarchitektur, Brillengestelle, Leuchtröhren, Linsen, Narkosemasken, Schmuckwaren, Trockenhauben, Stopplichter, elastische Prothesen, künstliche Augen, Lacke
Polypropylen $[-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-]_n$	Hostalen P, Moplen, Vestolen P	Elektrotechnik, Apparatebau
Polystyrol $\left[\begin{array}{c} \text{CH} \quad \quad \text{CH} \\ | \quad \quad | \\ \text{C}_6\text{H}_5 \quad \quad \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} -\text{CH}_2-\text{CH}_2- \right]_n$	Lustex, Styron, Polystyrol, Vestyron	Spulen, Radiogehäuse, Isolierstücke, Telefonapparate, Bürsten, Geschirr, Camping-Artikel, Küchenmaschinen, Kühlschrankteile, Verpackung
Polyvinylchlorid $[-\text{CHCl}-\text{CH}_2-\text{CHCl}-\text{CH}_2-]_n$ PVC	Hostalit, Mipolam, Vestolit, Vinoflex, Vinylite, Vinnol	Akkuteile, Dichtungen, Gefäße, Profile, Verpackungen, Bodenbeläge, Haushalt, Bauwesen, Verkehrswesen

Biochemische Wirkstoffe

Unter biochemischen Wirkstoffen versteht man lebensnotwendige chemische Verbindungen, die in den Organismen in sehr geringen Mengen vorkommen und im Vergleich zu ihrer geringen Konzentration eine auffallend hohe Wirkung haben. In vielen Fällen spielen sie die Rolle eines biochemischen Katalysators, der einen Vorgang beschleunigt, ohne selbst dabei verändert zu werden. Obwohl sie zum Teil mit der Nahrung aufgenommen werden (Vitamine), haben sie – schon wegen ihrer geringen Menge – für die Ernährung keine Bedeutung. Die meisten Wirkstoffe synthetisiert der Organismus jedoch selbst (Fermente, Hormone).

Fermente

Als Fermente oder Enzyme bezeichnet man kolloidale organische Katalysatoren in Form von Eiweißstoffen, die von lebenden Zellen gebildet werden, ihre Wirkung aber auch außerhalb der Zelle entfalten können. Sie lenken die Vielfalt der biochemischen Vorgänge, die letztlich den Lebensprozeß darstellen. Älteren Namen von Fermenten sieht man nicht an, welche Vorgänge sie katalysieren (zum Beispiel Trypsin als eiweißspaltendes, Lipase als fettspaltendes Ferment). Heute belegt man die Fermente mit Bezeichnungen, die allgemein die Endung *-ase* aufweisen und im Wortanfang auf die betreffende Stoffgruppe oder den betreffenden Reaktionsablauf, den sie beeinflussen, hindeuten. Beispiele: Maltase spaltet Malzzucker (Maltose) in Traubenzucker; Oxidasen wirken oxidierend. Hieraus geht schon hervor, daß den Fermenten ganz spezielle Aufgaben zukommen, sie also niemals universell einsetzbar sind. Bei umfangreichen Auf- oder Abbaureaktionen greifen meist viele Fermente nacheinander in das Zellgeschehen ein, wirken also zusammen. Als Eiweißstoffe sind die Fermente gegen Chemikalien und vor allem gegen Erwärmung (über 50 °C) sehr empfindlich. Auch muß der *pH*-Wert meist recht genau eingehalten werden. Beispiel: Pepsin wirkt nur im sauren Magensaft, Lipase nur im alkalischen Dünndarminhalt.

Beispiele für einige Fermenttypen:

Name des Enzyms	Vorkommen	Substrat	Produkt	Umwandlung
-----------------	-----------	----------	---------	------------

1. Karbohydrasen — Spaltung von Kohlenhydraten

Diastase oder Amylase	Keimende Samen, Mundspeichel, Bauchspeichel	Stärke	Maltose	$2(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \rightarrow nC_{12}H_{22}O_{11}$
Maltase	Hefe, keimende Samen (Malz), Darmsaft	Maltose	Glukose	$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 2C_6H_{12}O_6$
Invertase oder Saccharase	Hefe, Pflanzenzellen, Darmsaft	Saccharose	Glukose und Fruktose	$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$
Laktase	Darmsaft	Laktose	Glukose und Galaktose	$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$

2. Lipasen oder Esterasen — Spaltung von Fetten

Lipase	Bauchspeichel Darmsaft	Fette	Fettsäuren und Glycerin	z. B. $(C_3H_7COO)_3C_3H_5 + 3H_2O \rightarrow 3C_3H_7COOH + C_3H_5(OH)_3$
--------	---------------------------	-------	-------------------------	--

3. Proteasen, Spaltung von Eiweißstoffen

Pepsin	Magen	Proteine	Peptone	Protein → Pepton
Trypsin	Bauchspeichel	Peptone	Polypeptide	Peptone → Polypeptide
Erepsin	Darmsaft	Polypeptide	Aminosäuren	Polypeptide → Aminosäuren

Vitamine

Unter der Bezeichnung Vitamine faßt man eine Gruppe von Wirkstoffen zusammen, die von Pflanzen produziert werden und für das Leben der Tiere und Menschen wichtig sind. Sie müssen von diesen Organismen mit der Nahrung aufgenommen werden. Fehlen die geringen Vitaminmengen in den Nahrungsmitteln, so treten Mangelkrankheiten auf (Beispiel: Skorbut als Folge des Mangels an Vitamin C). Der Name erklärt sich dadurch, daß man zu Beginn unseres Jahrhunderts der Meinung war, es handele sich um chemische Substanzen vom Charakter der Amine. Dies ist jedoch nicht der Fall. Vitamine gehören vielmehr den verschiedensten Stoffgruppen an. Ein großer Teil dieser Stoffwechselregulatoren ist hitzeempfindlich und wird beim Kochen der Nahrungsmittel zerstört (Beispiel: Vitamin C). Früher gab man jedem neuentdeckten Vitamin ein Buchstabensymbol bei. Dies hat sich jedoch als unzumutbar erwiesen, da Stoffe, die man ursprünglich für einheitlich hielt, später in mehrere Komponenten aufgeteilt wurden. So gibt es heute zum Beispiel einen ganzen Vitamin-B-Komplex aus verschiedenen, sehr spezifisch wirkenden Substanzen.

Bezeichnung	Vorkommen
A Provitamin: Karotin	Lebertran, Eier, Milch, Salat, Tomaten, frisches Fleisch, Butter, Käse
B ₁	Hefe, Reiskleie, Kartoffeln, Eigelb, Tomaten, Gemüse, Haselnüsse, Leber, Niere
B ₂	Milch, Leber, Hefe, grüne Blätter
Pantothensäure	Leber, Niere, Herz, Hefe, Milch
Folsäure	Grüne Blätter
B ₁₂	Leber, Mikroorganismen, Schweinefleisch, Eier, Fisch
P. P	Hefe, Weizen, Vollkornbrot, Fleisch
C L-Ascorbinsäure	frische Früchte (Citrus), Gemüse, Hagebutten
D aus Ergosterin	Leber, Lebertran, Eigelb, Milch, Butter, Hefe, Getreidekeime
E	Spinat, Tomaten, Kartoffeln, Weizenkeimlinge, Milch, Butter
H	Leber, Hefe, Niere, Milch, Kartoffeln
K	Schweinsleber, Spinat, Grünkohl, Tomaten, Yoghurt
P	Paprika, Obst, Zitronen

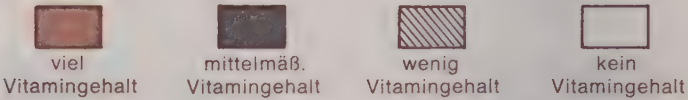
Tagesdosis	Mangelerscheinungen	Als Enzym	Heilwirkung bei	Verhalten gegen Hitze
3–5 mg	Gewichtsabnahme, Hauterkrankungen, Nachtblindheit, Blasensteine		Infektionskrankheiten, da die Widerstandsfähigkeit erhöht wird	beständig
1–2 mg	Beriberi, Gewichtsabnahme, Veränderung im Kohlenhydratstoffwechsel, Neuralgien	Co-Karboxylase	Ermüdungserscheinungen, Nervenentzündung	wird über 100 °C zerstört
2–4 mg	Pellagra, Wachstums- und Schstörungen	als Phosphorsäureester, gelbes Atmungsferment	schlechter Gewebeatmung	beständig
	Wachstumsstörungen, frühzeitiges Altern	Co-enzym A		
	Bildung der roten Blutkörperchen gehemmt		Anämie	
	Erkrankung des roten Knochenmarks		perniziöse Anämie	
50–100 mg	Pellagra	Baustein, der Codehydrase I–II	Darm- und Hauterkrankungen	beständig
75–150 mg	Skorbut, Wachstumsstörungen, Frühjahrsmüdigkeit, Zahnfäule		Zahnfleischblutungen, Schwächezuständen, Infektionskrankheiten	sehr empfindlich
	Rachitis, Störungen des Ca-P-Stoffwechsels		englische Krankheit, Skrofulose, Hauttuberkulose	beständig
	Entartung der Muskulatur, Nachlassen der Funktion der Fortpflanzungsorgane		Unfruchtbarkeit, Muskelschwund, Lähmungen, Herz-, Kreislauf- und Stoffwechselstörungen	
	Hautkrankheiten (Akne), Haarausfall			beständig
2 mg	Schlechte Blutgerinnung, da die Bildung des Prothrombin verhindert wird			beständig
	Verschlechtert die Durchlässigkeit der Gefäße		Arteriosklerose, Erkältungen (mit C gemeinsam)	

Vitamingehalt verschiedener Lebensmittel

pflanzliche Produkte

tierische Produkte

VITAMIN	A	B ₁	B ₂	B ₁₂	C	D	E	H	K
Weißbrot									
Vollkornbrot									
Hülsenfrüchte									
Kartoffeln									
Mohren									
Grunkohl									
Spinat, Salat									
Sauerkraut									
Äpfel, Birnen									
Tomaten									
Orangen									
Zitronen									
Vollmilch									
Butter									
Käse									
Ei									
Leberwurst, Leber									
Rindfleisch mager									
Schweinefleisch mager									
Schellfisch, Kabeljau									
Hering									
Cervelatwurst									
Speck gesalzen									
Schweineschmalz									



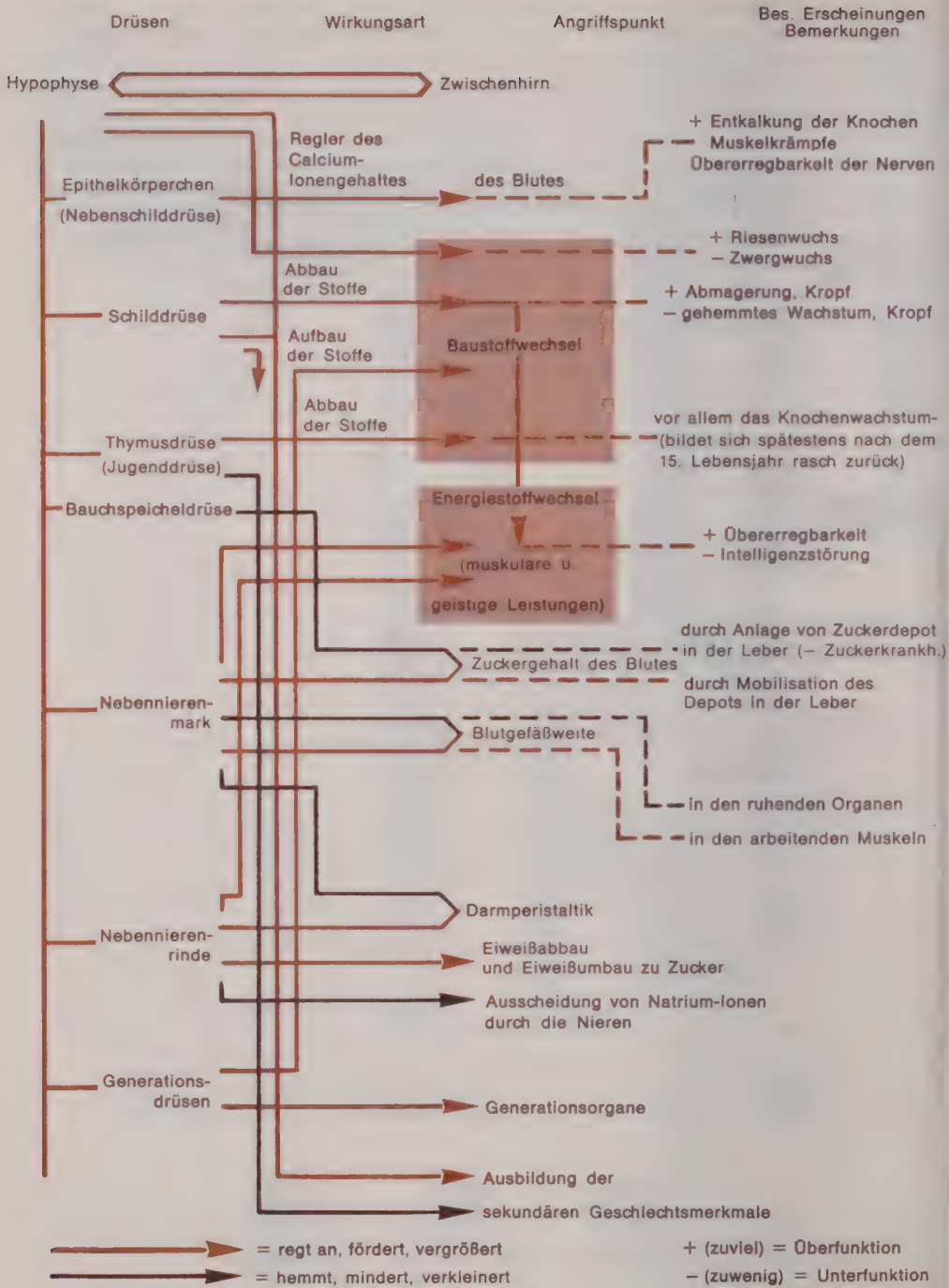
Gehalt verschiedener Lebensmittel an Vitaminen

Hormone

Hormone sind Wirkstoffe, die im Organismus selbst erzeugt und darin zum Zweck der Erfüllung ihrer Aufgaben verteilt werden. Bei Tieren und Menschen übernehmen meist besondere Hormondrüsen die Produktion der Hormone, die dann auf dem Weg über das Blutgefäßsystem die Orte ihrer Wirksamkeit erreichen. Beispiel: Insulin wird in bestimmten Zellen der Bauchspeicheldrüse erzeugt, gelangt mit dem Blut in den Körper und sorgt in der Leber für den Aufbau von tierischer Stärke (Glykogen) aus Traubenzucker. Nur ein ausgewogenes Gleichgewicht aller Hormone gewährleistet ein normales Funktionieren aller Körperorgane. Meist wirken zwei oder mehr Hormone antagonistisch, d. h. sie beeinflussen sich gegenseitig in der Wirkung. Überschuß oder Mangel des einen oder anderen Hormons äußert sich in Störungen. Chemisch stellen viele Hormone Eiweißstoffe dar (Beispiel: Insulin), doch findet man unter ihnen auch ganz unterschiedlich gebaute organische Verbindungen, die mit Eiweiß nichts zu tun haben.

(Siehe auch Abbildung auf nachfolgender Seite)

Die Wirkung der Hormone



Die Wirkung der Hormone. Die Pfeile zeigen Hormone an

Anhang **zur anorganischen und organischen Chemie:**

Tabellen zur genaueren Erläuterung der Begriffe
Begriffsbestimmungen

Formeln und Namen der wichtigsten anorganischen Verbindungen

(Formeln alphabetisch angeordnet, auf Kristallwasserangaben wurde verzichtet. Jedes Elementsymbol wird als ein Buchstabe behandelt.)

AgBr	Silberbromid
Ag ₂ C ₂	Silberacetylid
AgCl	Silberchlorid
AgF	Silberfluorid
AgJ	Silberjodid
AgNO ₃	Silbernitrat
Ag ₂ S	Silbersulfid
Ag ₂ SO ₄	Silbersulfat
Al ₄ C ₃	Aluminiumcarbid
AlCl ₃	Aluminiumchlorid
Al(NO ₃) ₃	Aluminiumnitrat
Al ₂ O ₃	Aluminiumoxid
Al ₂ (SO ₄) ₃	Aluminiumsulfat
As ₂ O ₃	Arsen(III)-oxid
As ₂ S ₃	Arsen(III)-sulfid
As ₂ S ₅	Arsen(V)-sulfid
AuBr ₃	Gold(III)-bromid
AuCN	Gold(I)-cyanid
AuCl ₃	Gold(III)-chlorid
B ₄ C	Borcarbid
BF ₃	Borfluorid
BN	Bornitrid
BaCO ₃	Bariumcarbonat
BaCl ₂	Bariumchlorid
Ba(ClO ₃) ₂	Bariumchlorat
BaCrO ₄	Bariumchromat
Ba(NO ₃) ₂	Bariumnitrat
BaO ₂	Bariumperoxid
Ba(OH) ₂	Bariumhydroxid
BaSO ₄	Bariumsulfat
Be(OH) ₂	Berylliumhydroxid
Bi(NO ₃) ₃	Wismutnitrat
Bi(OH) ₃	Wismuthydroxid
CCl ₄	Tetrachlorkohlenstoff
CO	Kohlenmonoxid
CO ₂	Kohlendioxid
COCl ₂	Phosgen
CaC ₂	Calciumcarbid
CaCN ₂	Calciumcyanamid
CaCO ₃	Calciumcarbonat
CaCl ₂	Calciumchlorid
CaCl(OCl)	Chlorkalk
CaF ₂	Calciumfluorid
Ca(HCO ₃) ₂	Calciumbicarbonat
Ca(NO ₃) ₂	Calciumnitrat
Ca ₃ (PO ₄) ₂	Calciumphosphat, tert.

CaS	Calciumsulfid
CaSO ₄	Calciumsulfat
CdO	Cadmiumoxid
CdS	Cadmiumsulfid
Ce(NO ₃) ₃	Cer(III)-nitrat
Ce ₂ (SO ₄) ₃	Cer(III)-sulfat
ClO ₂	Chlordioxid
CoCl ₂	Kobaltchlorid
Co(NO ₃) ₂	Kobaltnitrat
CoSO ₄	Kobaltsulfat
CrCl ₃	Chrom(III)-chlorid
Cr(NO ₃) ₃	Chromnitrat
Cr ₂ O ₃	Chrom(III)-oxid
Cr(OH) ₃	Chrom(III)-hydrox
Cr ₂ (SO ₄) ₃	Chromsulfat
CsCl	Cäsiumchlorid
Cs ₂ SO ₄	Cäsiumsulfat
Cu ₂ C ₂	Kupferacetylid
CuCl	Kupfer(I)-chlorid
CuCl ₂	Kupfer(II)-chlorid
Cu(NO ₃) ₂	Kupfernitrat
CuO	Kupfer(II)-oxid
Cu ₂ O	Kupfer(I)-oxid
CuS	Kupfer(II)-sulfid
CuSO ₄	Kupfersulfat
D ₂ O	Deuteriumoxid
Fe ₃ C	Eisencarbid
FeCl ₂	Eisen(II)-chlorid
FeCl ₃	Eisen(III)-chlorid
Fe ₂ O ₃	Eisen(III)-oxid
Fe ₃ O ₄	Eisenhammerschlag
Fe(OH) ₃	Eisen(III)-hydroxid
FeS	Eisen(II)-sulfid
FeS ₂	Pyrit
Fe(SCN) ₃	Eisenrhodanid
FeSO ₄	Eisen(II)-sulfat
Fe ₂ (SO ₄) ₃	Eisen(III)-sulfat
HBr	Bromwasserstoff
H ₂ CO ₃	Kohlensäure
HCN	Blausäure
HCOOH	Ameisensäure
HCl	Chlorwasserstoff
HClO ₃	Chlorsäure
HF	Fluorwasserstoff

HJ	Jodwasserstoff
HJO ₃	Jodsäure
HNO ₂	Salpetrige Säure
HNO ₃	Salpetersäure
H ₂ O	Wasser
H ₂ O ₂	Wasserstoffperoxid
H ₃ PO ₄	Phosphorsäure
H ₂ S	Schwefelwasserstoff
HSCN	Rhodanwasserstoffsäure
H ₂ SO ₃	Schweflige Säure
H ₂ SO ₄	Schwefelsäure
HgCl ₂	Quecksilber(II)-chlorid
Hg ₂ Cl ₂	Quecksilber(I)-chlorid
HgO	Quecksilberoxid
Hg(ONC) ₂	Knallquecksilber
HgS	Quecksilber(II)-sulfid
HgSO ₄	Quecksilber(II)-sulfat

KBr	Kaliumbromid
KCN	Kaliumcyanid
K ₂ CO ₃	Kaliumcarbonat
KCl	Kaliumchlorid
KClO ₃	Kaliumchlorat
KF	Kaliumfluorid
KHCO ₃	Kaliumbicarbonat
KJ	Kaliumjodid
KMnO ₄	Kaliumpermanganat
KNO ₂	Kaliumnitrit
KNO ₃	Kaliumnitrat
K ₂ O	Kaliumoxid
KOH	Kaliumhydroxid
KSCN	Kaliumrhodanid
K ₂ SO ₄	Kaliumsulfat

LiBr	Lithiumbromid
Li ₂ CO ₃	Lithiumcarbonat
LiCl	Lithiumchlorid
Li ₂ O	Lithiumoxid

MgBr ₂	Magnesiumbromid
MgCO ₃	Magnesiumcarbonat
MgCl ₂	Magnesiumchlorid
Mg ₃ N ₂	Magnesiumnitrid
MgSO ₄	Magnesiumsulfat
MnCl ₂	Manganchlorid
MnO ₂	Mangan(IV)-oxid
Mn(OH) ₂	Mangan(II)-hydrox
MnSO ₄	Mangansulfat
MoS ₂	Molybdänsulfid

NH ₃	Ammoniak
N ₂ H ₄	Hydrazin
NH ₄ OH	Ammoniumhydroxid

NH ₄ Br	Ammoniumbromid
(NH ₄) ₂ CO ₃	Ammoniumcarbonat
NH ₄ Cl	Ammoniumchlorid
NH ₄ HCO ₃	Ammoniumbicarbonat
NH ₄ NO ₃	Ammoniumnitrat
NH ₄ OCN	Ammoniumcyanat
(NH ₄) ₂ S	Ammoniumsulfid
NH ₄ SCN	Ammoniumrhodanid
(NH ₄) ₂ SO ₄	Ammoniumsulfat
NO bzw. N ₂ O ₂	Stickstoffoxid
NO ₂ bzw. N ₂ O ₂	Stickstoffdioxid
N ₂ O	Distickstoffoxid
N ₂ O ₃	Distickstofftrioxid
N ₂ O ₅	Distickstoffpentoxid
Na ₂ B ₄ O ₇	Natriumtetraborat, Borax
NaBr	Natriumbromid
NaCN	Natriumcyanid
Na ₂ CO ₃	Natriumcarbonat
NaCl	Natriumchlorid
NaF	Natriumfluorid
NaHSO ₃	Natriumbisulfid
NaJ	Natriumjodid
NaNH ₂	Natriumamid
NaNO ₂	Natriumnitrit
NaNO ₃	Natriumnitrat
Na ₂ O	Natriumoxid
Na ₂ SO ₃	Natriumsulfid
Na ₂ SO ₄	Natriumsulfat
Na ₂ S ₂ O ₃	Natriumthiosulfat
Na ₂ SiO ₃	Natriumsilicat
NiCO ₃	Nickelcarbonat
NiSO ₄	Nickelsulfat

OsO ₄	Osmiumtetroxid
------------------	----------------

PCl ₃	Phosphor(III)-chlorid
PCl ₅	Phosphor(V)-chlorid
PH ₃	Phosphin
P ₂ O ₅	Phosphorpentoxid
PbCO ₃	Bleicarbonat
PbCl ₂	Blei(II)-chlorid
PbCrO ₄	Bleichromat
Pb(N ₃) ₂	Bleiazid
Pb(NO ₃) ₂	Bleinitrat
PbO	Blei(II)-oxid
PbO ₂	Blei(IV)-oxid
Pb ₃ O ₄	Mennige
Pb(OH) ₂	Blei(II)-hydroxid
PbS	Bleisulfid
PbSO ₄	Bleisulfat
PtCl ₄	Platin(IV)-chlorid

RaSO ₄	Radiumsulfat
-------------------	--------------

SO ₂	Schwefeldioxid	TeO ₂	Tellurdioxid
SO ₃	Schwefeltrioxid	TiC	Titancarbid
SbCl ₃	Antimon(III)-chlorid	UF ₆	Uranhexafluorid
SbCl ₅	Antimon(V)-chlorid	V ₂ O ₅	Divanadiumpentoxid
SbH ₃	Antimonwasserstoff	WC und W ₂ C	Wolframcarbid
SeO ₂	Selendioxid	ZnCl ₂	Zinkchlorid
SiCl ₄	Siliciumtetrachlorid	Zn(NO ₃) ₂	Zinknitrat
SiF ₄	Siliciumtetrafluorid	ZnO	Zinkoxid
SiO ₂	Siliciumdioxid	Zn(OH) ₂	Zinkhydroxid
SnCl ₂	Zinn(II)-chlorid	ZnS	Zinksulfid
SnCl ₄	Zinn(IV)-chlorid	ZnSO ₄	Zinksulfat
SnS	Zinn(II)-sulfid		
SnSO ₄	Zinn(II)-sulfat		
SrCO ₃	Strontiumcarbonat		
Sr(OH) ₂	Strontiumhydroxid		
SrSO ₄	Strontiumsulfat		

Legierungen

Name der Legierung	Anteile der Legierung
Aluminiumbronze	5–10% Al, 90–95% Cu
Alpaka	= Neusilber mit Silberschicht
Chromnickelstahl	1,5–4% Ni, 0,5–1,8% Cr
Duralumin	3,5–5,5% Cu, 0,5% Mn, 0,5% Mg + Al
Elektronmetall	80–99,5% Mg, 20–0,5% Al, Cu, Cd, Zn
Glockenbronze	Cu, bis 25% Sn
Hartblei	75% Pb, 25% Sb
Hydronalium	7% Mg, Al, Si
Invar	35,7% Ni, 64,3% Stahl
Klischee	1 Tl. Bi, 1 Tl. Pb, 1 Tl. Sn (130 °C)
Konstantan	60% Cu, 40% Ni
Kruppstahl V2A	20–23% Cr, 5–9% Ni, je 0,1–0,3% C, Si, Mn, Rest Fe
Kruppstahl WT4	36% Ni, etwas Cr, Rest Fe
Kupfermünzen	95% Cu, 1% Zn, 4% Sn
Lautal	94% Al, 4% Cu, 2% Si
Letternmetall	60–82% Pb, 15–25% Sb, 3–15% Sn
Lipowitz	15 Teile Bi, 8 Teile Pb, 4 Teile Sn, 4 Teile Cd (60 °C)
Magnalium	10–30% Mg, 70–90% Al
Messing	65–80% Cu, 20–35% Zn
Neusilber	12–26% Ni, 19–31% Zn, 55–60% Cu
Nickelmünzen	25% Ni, 75% Cu
Nickelstahl	3–6% Ni, 0,2–0,4% C, Rest Fe
Phosphorbronzen	Cu : Sn = 100 : 1 und 1/2–1% P
Rosesches Metall	2 Teile Bi, 1 Teil Pb, 1 Teil Sn (94 °C)
Rotguß	80% Cu, 20% Zn
Schnelldrehstahl	15–18% W, 2–5% Cr, 1–3% V
Schnell-Lot	Pb, Sn, Bi, Cd
Silumin	14% Si, 86% Al
Skleron	12% Zn, 3% Cu, je 0,5% Mn, Fe, Si, Rest Al
Weichlot	50% Sn, 50% Pb
Wolframstahl	15–18% W, 2–5% Cr, 0,6–0,8% C, Rest Fe
Woodsche Legierung	7–8 Teile Bi, 4 Teile Pb, 2 Teile Sn, 1 Teil Cd (70 °C)

Anorganische Chemikalien

Erläuterungen: In der Spalte Gefährlichkeit bedeuten: 0 harmlos; · schwach giftig; · · stärker giftig; + + + sehr giftig; größte Vorsicht!; f brennbar; ff feuergefährlich.

Name	Formel	Aussehen	Gefährlichkeit	Besondere Bemerkungen
Aluminium	Al	Pulver, Draht, Blech	0	als Pulver Al-Bronze und in vielen Fällen Feilspäne geeignet
Aluminiumoxid (Tonerde)	Al ₂ O ₃	w. P. = weißes Pulver	0	—
Ammoniumchlorid (Salmiaksalz)	NH ₄ Cl	w. P.	0	sublimiert beim Erhitzen
Ammoniumnitrat (Ammonsalpeter)	NH ₄ NO ₃	w. P.	0	nicht in geschlossenen Gefäßen erwärmen, Explosionsgefahr
Ammoniumsulfat (Ammonsulfat)	(NH ₄) ₂ SO ₄	w. P.	0	reiner Ammonsulfatdünger verwendbar
Bariumchlorid	BaCl ₂	w. P.	· ·	nur in sehr kleinen Mengen (1–2 g) als verdünnte Lösung in dest. Wasser zum SO ₄ -Nachw.
Blei	Pb	Metallstückchen	·	—
Bleiazetat (Bleizucker)	(CH ₃ COO) ₂ Pb	w. P.	· ·	nur in kleinen Mengen als Reagens. Herstellung: Bleistückchen mit Essigsäure übergießen
Brom	Br	rotbraune Flüssigkeit	+ + +	Bromdämpfe sehr giftig, es genügen wenige Tropfen, Aufbewahrung nur in Fläschchen mit sehr gut schließenden Schliffstopfen möglich, Stopfenrand mit Paraffin dichten!
Eisen	Fe	Pulver, Feilspäne, Draht	0	Feilspäne in Werkstätten zu beschaffen
Eisen(III)-chlorid	FeCl ₃	braungelbe Brocken, hygroskopisch	·	Lösung herstellbar durch Auflösung von Fe-Pulver in unverdünnter HCl und späterem Zusatz von H ₂ O ₂ bis zur Braunfärbung
Eisen(III)-oxid (rotes Eisenoxid)	Fe ₂ O ₃	rotes Pulver	0	—
Eisen(II)-sulfat (Eisenvitriol)	FeSO ₄ · 7 H ₂ O	hellgrüne Kristalle	0	Fe-Feilspäne in verdünnter H ₂ SO ₄ lösen und nach Eindunsten auskristallisieren lassen
Eisensulfid (Schwefeleisen)	FeS	dunkler Stoff	+	gibt an feuchter Luft giftigen H ₂ S ab
Jodtinktur	Lösung von J in Alkohol	braune Lösung	+	wenige ml als Reagens genügen

Fortsetzung „Anorganische Chemikalien“

Name	Formel	Aussehen	Gefährlichkeit	Besondere Bemerkungen
Kaliumbichromat	$K_2Cr_2O_7$	orange-farbene Kristalle	0	— —
Kaliumbromid (Bromkali)	KBr	w. P.	0	KBr-haltige Beruhigungsmittel als Ersatz
Kaliumchlorat	$KClO_3$	w. P.	.	ist in Mischung mit brennbaren Stoffen explosiv, niemals Versuche auf eigene Faust durchführen, ersetzbar durch Natriumchlorat (Unkraut-Ex)
Kaliumchlorid	KCl	w. P.	0	— —
Kaliumjodid	KJ	w. P.	0	Zusatz zu Jodlösung
Kaliumhexacyanoferrat(II) (gelbes Blutlaugensalz)	$K_4[Fe(CN)_6]$	gelbe Kristalle	.	— —
Kaliumkarbonat (Pottasche)	K_2CO_3	w. P.	0	als Treibmittel beim Backen verwendet
Kaliumnitrat (Kalisalpeter)	KNO_3	w. P.	0	nicht mit brennbaren Stoffen mischen
Kaliumpermanganat	$KMnO_4$	violette Kristalle	0	hinterläßt braune Flecke, die mit Natriumthiosulfatlösung beseitigt werden können
Kaliumrhodanid	KSCN	w. P.	+	sehr kleine Mengen als Reagens
Kalziumchlorid (Chlorkalzium)	$CaCl_2 \cdot 6H_2O$	farblose Kristalle, sehr hygroskopisch	0	vor Verwendung als Trockenmittel im Tiegel erhitzen, Rückstand pulverisieren
Kalziumkarbid („Karbid“)	CaC_2	schmutzige Brocken	+	trocken aufbewahren
Kalziumkarbonat	$CaCO_3$	w. P.	0	sowohl Pulver als auch Marmorstücke für die Herstellung von CO_2 sowie als mildes Neutralisationsmittel
Kalziumoxid (gebrannter Kalk)	CaO	w. P. hygroskopisch	+	stark ätzend, geht mit Wasser unter starker Erwärmung in gelöschten Kalk über $Ca(OH)_2$
Kalziumphosphat	$Ca_3(PO_4)_2$	w. P.	0	Kalziumphosphatdünger verwendbar
Kobalt(II)-chlorid	$CoCl_2 \cdot 6H_2O$	rubinrote Kristalle	+	— —
Kupfer	Cu	Draht- und Blechreste	0	— —

Name	Formel	Aussehen	Gefährlichkeit	Besondere Bemerkungen
Kupfer(II)-oxid	CuO	schwarzes Pulver		kann durch Fällern aus Kupfersalzlösung mit verdünnter Natronlauge und Erhitzen des Niederschlages von Cu(OH)_2 hergestellt werden
Kupfersulfat (Kupfervitriol)	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	blaue Kristalle		ruft starken Brechreiz hervor
Magnesium	Mg	Pulver, Feilspäne	0 ff	feine Elektrodrehspäne als Ersatz; Magnesiumpulver nicht mit starken Oxidationsmitteln mischen; Versuche auf eigene Faust unbedingt unterlassen
Magnesiumoxid (gebrannte Magnesia)	MgO	w. P.	0	—
Mangandioxid (Braunstein)	MnO_2	schwarzes Pulver oder Brocken	0	kann aus alten Taschenlampenbatterien entnommen werden
Natriumchlorat	NaClO_3	w. P.		siehe Kaliumchlorat
Natriumchlorid (Kochsalz)	NaCl	w. P.	0	— —
Natriumdihydrogenphosphat	NaH_2PO_4	w. P.	0	—
Natriumhydrogenkarbonat	NaHCO_3	w. P.	0	als Natron in jedem Haushalt vorhanden
Natriumkarbonat (Soda)	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	große farblose Kristalle	0	in jedem Haushalt vorhanden
Natriumnitrat (Natronsalpeter)	NaNO_3	w. P.	0	geht beim starken Erhitzen in Natriumnitrit über
Natriumsilikat (Natronwasserglas)	Na_2SiO_3 in H_2O	farbloser Sirup	0	in jeder Drogerie erhältlich
Natriumsulfit	Na_2SO_3	w. P.	0	— —
Natriumthiosulfat (Fixiersalz)	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	weiße Kristalle		— —
Nickel	Ni	Metall	0	in Galvanisieranstalten erhältlich
Nickelsulfat	NiSO_4	grüne Kristalle		wie Vorhergehendes
Schwefel	S	gelbes Pulver	0	Packungen zum Ausschwefeln überall erhältlich
Silbernitrat (Höllenstein)	AgNO_3	w. P.	++	stark verdünnte Lösung in destilliertem Wasser als Reagens

Name	Formel	Aussehen	Gefährlich- keit	Besondere Bemerkungen
Wasserstoff- peroxid	H_2O_2	farblose Flüssigkeit	++	unter dem Namen „Perhydrol“ als 30%ige Lösung erhältlich; für viele Versuche genügt 10- bzw. 3%ige Lösung
Wismut	Bi	rötlich schim- mernde Metall- brocken	0	— —
Zink	Zn	Staub oder Pulver, Blech- abfälle	0	— —
Zinksulfat (Zinkvitriol)	ZnSO_4	farblose Kristalle	0	selbst herstellbar aus Zn und verdünnter H_2SO_4
Zinn	Sn	Metallreste	0	

Organische Chemikalien

Name	Formel	Aussehen	Gefährlichkeit	Besondere Bemerkungen
Aminobenzol (Anilin)	$C_6H_5NH_2$	braune Flüssigkeit infolge Verunreinigung	++	
Äthanol (Äthylalkohol)	C_2H_5OH	farblose Flüssigkeit	0 f	für die meisten Zwecke genügt Brennspritus(durch Vergällungsmittel giftig); in einigen Fällen (Kosmetika) ist unvergällter Alkohol (Weingeist) zu verwenden
Äthansäure (Essigsäure)	CH_3COOH	farblose Flüssigkeit	+	Im allgemeinen reicht Essigessenz aus, nur in einigen Fällen brauchen wir reine Essigsäure (Eisessig), die übrigens stark ätzend wirkt
Äthyläther (Äther)	$C_2H_5-O-C_2H_5$	farblose Flüssigkeit	+	siedet schon bei 34,6 °C, äußerst leicht entflammbar, beim Stehen unter Lichteinwirkung Bildung höchst explosiver Peroxide, nur sehr kleine Mengen aufbewahren (braune Flaschen, Kork mit Al-Folie umwickeln)
Azeton (Propanon)	CH_3COCH_3	farblose Flüssigkeit	0 ff	sehr wichtiges Lösungsmittel, gut verkorkt und kühl lagern
Benzaldehyd	C_6H_5CHO	farblose Flüssigkeit, Geruch nach bitteren Mandeln	0	käufliches Bittermandelaroma als Ersatz
Benzin	— —	farblose Flüssigkeit	+	Feuerzeugbenzin verwendbar
Benzol	C_6H_6	farblose Flüssigkeit	++ ff	unter gutem Verschuß aufzubewahren, erstarrt bei +5 °C.
Benzoessäure (Benzolkarbonsäure)	C_6H_5COOH	w. P.	+	als mildes Desinfektionsmittel leicht erhältlich
Blumenblau (Anthocyan)	— —	blauviolette Lösung	0	nützlicher Indikator, der aus fein zerschnittenem Rotkohl durch Übergießen mit Brennspritus und längerem Stehen herausgelöst wird (filtrieren, braune Flasche); neutral: schwach blaugrün, sauer: zunehmende Rötung, alkalisch: zunehmend gelbgrün
Butanol (Butylalkohol)	C_4H_9OH	farblose Flüssigkeit	0	— —

Name	Formel	Aussehen	Gefährlichkeit	Besondere Bemerkungen
Butansäure (Buttersäure)	C_3H_7COOH	Flüssigkeit, unangenehmer Geruch	0	— —
Glucose (Traubenzucker)	$C_6H_{12}O_6$	w. P.	0	— —
Glyzerin (Propantriol)	$C_3H_5(OH)_3$	ölige Flüssigkeit	0	— —
Harnstoff	$CO(NH_2)_2$	w. P.	0	durch Harnstoffdünger ersetzbar
Indigo	$C_{16}H_{10}O_2N_2$	blauer Farbstoff	0	in Färbereien zu beziehen
Isopropanol (Isopropylalkohol)	C_3H_7OH	farblose Flüssigkeit	0 f	kann reines Äthanol in Kosmetika ersetzen; Lösungsmittel mit ähnlichen Eigenschaften wie Äthanol
Isobutanol (Isobutylalkohol)	C_4H_9OH	farblose Flüssigkeit	0 f	— —
Isopentanol (Isoamylalkohol)	$C_5H_{11}OH$	farblose Flüssigkeit	0 f	auch als Gärungsamylalkohol bekannt
Kampfer	$C_{10}H_{16}O$	weiße Brocken, durchdringender Geruch	0	in Apotheken leicht erhältlich
Kollodiumlösung	— —	zähflüssige Lösung, leicht eindunstend	0 ff	in Apotheken erhältlich
Lackmus	— —	Tinktur und getränkte Papiere	0	Indikator: neutral: violett sauer: rot alkalisch: blau
Methanal (Formaldehyd, Formalin)	$HCHO$	Lösung von gasförmigem Methanal in H_2O (maximal 40%)	+	für (Kunststoffversuche größere Mengen anschaffen, Neigung zur Polymerisation)
Methanol (Methylalkohol)	CH_3OH	farblose Flüssigkeit	++ f	als Brennmethanol in Drogerien erhältlich, wegen Giftigkeit nur kleine Mengen anschaffen, gut kennzeichnen
Methansäure (Ameisensäure)	$HCOOH$	farblose Flüssigkeit, stechender Geruch	+	konzentrierte Methansäure wirkt stark ätzend, als Konservierungsmittel für Silofutter im Handel
Methylorange	— —	hellbraunes Pulver	0	Indikator: in alkoholischer Lösung, neutral: orange sauer: rot alkalisch: gelb

Name	Formel	Aussehen	Gefährlichkeit	Besondere Bemerkungen
Naphthalin	$C_{10}H_8$	weiße Schuppen, intensiver Geruch (Mottenkugeln)	0	— —
Oxalsäure (Äthandisäure)	$(COOH)_2$	weiße Kristalle	+	Kaliumoxalat wird zur Fleckenentfernung angeboten
Paraffin	— —	weiße Masse	0	Paraffinkerzen verwendbar
Phenol (Hydroxybenzol, Karbolsäure)	C_6H_5OH	farblose Kristalle oder Flüssigkeit mit 5% H_2O	++	wirkt ätzend und erzeugt starkes Brennen auf der Haut; betroffene Stellen mit Äthanol abspülen, erst danach Wasser anwenden
Phenolphthalein	— —	w. P.	+	sehr kleine Mengen in Äthanol auflösen, Indikator: sauer: farblos basisch: rot
Phthalsäure (Benzoldikarbonsäure)	$C_6H_4(COOH)_2$	w. P.	0	— —
Resorzin (1,3-Dihydroxybenzol)	$C_6H_4(OH)_2$	leicht bräunliche Kristalle	0	gut verschlossen aufheben, da durch Luftsauerstoff Bräunung
Salizylsäure (Benzolhydroxykarbonsäure)	$C_6H_4(OH)COOH$	weiße Flocken	0	in Drogerien erhältlich
Schwefelkohlenstoff (Kohlenstoffdisulfid)	CS_2	farblose Flüssigkeit, unangenehmer Geruch	++ ff	kleine Mengen reichen aus
Stärke	$(C_6H_{10}O_5)_n$	w. P.	0	Reisstärke oder Kartoffelmehl verwendbar
Tetrachlormethan (Tetra)	CCl_4	farblose Flüssigkeit	+	da nicht brennbar, unser wichtigstes Lösungsmittel, Tetra-Fleckenentferner verwendbar, Dämpfe giftig
Toluol (Methylbenzol)	$C_6H_5CH_3$	farblose Flüssigkeit	+ ff	— —
Universalindikator-Papier	— —	orangefarbenes Papier	0	in Heftform erhältlich (von der Firma Merck); ersetzt alle anderen Indikatoren
Weinsäure	$C_4H_8O_6$	w. P.	0	zur Bereitung von Fehlingscher Lösung wird Kalium-Natrium-Tartratgebraucht (Seignettesalz)
Zitronensäure	$C_6H_8O_7$	farblose Kristalle	0	— —

Begriffsbestimmungen

Anode: positiv geladener Leiter bei einem Elektrolysevorgang

Assimilation: Photosynthese (Erzeugung von Nährstoffen aus anorganischen Substanzen unter Lichteinwirkung in Anwesenheit von Chlorophyll); im weiteren Sinn auch Chemosynthese (Erzeugung von Nährstoffen aus anorganischen Substanzen ohne Licht und Chlorophyll durch chemische Prozesse)

Chloride: Salze der Salzsäure

Dissoziieren: in Ionen aufspalten

Energetisch: im Hinblick auf die Energiebilanz einer Reaktion

Ester: Produkt, das aus Alkohol und Säure unter Wasseraustritt entsteht

Fehlingsche Lösung: Reagenz auf Aldehyde, bestehend aus einer seignettesalzhaltigen, alkalischen Kupfersulfatlösung

Halogenide: Sammelbezeichnung für Fluoride, Chloride, Bromide, Jodide (und Astatide)

Homolog: im Aufbau einander entsprechend

homöo- und heteropolar: homöopolar nennt man die Atombindung zwischen Elementen, bei der nach außen hin keine elektrischen Ladungen in Erscheinung treten; bei heteropolaren oder Ionenbindungen sind solche Ladungen vorhanden

Hydroxide: Verbindungen von Elementen oder Radikalen mit Hydroxidgruppen (OH-Gruppen)

hygroskopisch: feuchtigkeitsanziehend

Indikator: Chemische Substanz, die das Vorhandensein eines anderen chemischen Stoffes anzeigt

Ionen: elektrisch geladene Atome oder Atomgruppen

Isotop: Atome mit gleicher Protonen- und Ordnungszahl, aber unterschiedlicher Neutronenzahl

Katalysator: Stoff, der einen chemischen Vorgang beschleunigt, ohne am Ende der Reaktion selbst verändert worden zu sein

Kathode: negativ geladener Leiter bei einem Elektrolysevorgang

Ketogruppe: die organische Gruppe $=\text{CO}$

Konfiguration: Zugehörigkeit einer optisch aktiven Verbindung zur sogenannten D- oder L-Form

Konverter: Kippgefäß bei der Stahlveredelung

Lichtbogen: elektrische Entladung unter Lichterscheinung zwischen Ladungsträgern (Kohlestiften)

Lindeverfahren: Von Carl von Linde erfundenes Verfahren zur Gewinnung flüssiger Luft

Partikel: Kleine Teilchen

pH-Wert: negativer Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration einer Lösung

Phlogistontheorie: Veraltete Theorie, wonach beim Verbrennen eines Stoffes aus diesem das „Agens“ Phlogiston entweicht

Quanten: Nach der Quantentheorie wird Energie zwischen allen Stoffen nur in Form kleinster Energieportionen, Quanten, ausgetauscht. Man kann die Quanten mit „Energieatomen“ vergleichen.

Redoxvorgang: Werden bei einem chemischen Vorgang Elektronen zwischen Partnern ausgetauscht, so wird definitionsgemäß der eine Partner reduziert, der andere oxidiert. Man spricht dann insgesamt von einem Redoxvorgang.

Substitution: in der organischen Chemie Ersatz eines Wasserstoffatoms durch ein anderes Atom oder eine Atomgruppe

Tetraeder: Raumkörper mit vier Ecken, als Modell für das Kohlenstoffatom verwendet

Valenz: Fachausdruck für Wertigkeit

BIOLOGIE

von Dr. Hans-Heinrich Vogt

Die meisten Menschen kommen mit der Biologie zeit ihres Lebens nur während der Schuljahre in Berührung. Im Mittelpunkt dieses Faches standen früher hauptsächlich Fragen der Systematik, und wenn man älteren Semestern Glauben schenken darf, so beschränkte sich der Lehrstoff auf das Zählen von Staubgefäßen und Insektenbeinen. Zweifellos war der alte Biologieunterricht besser als sein gegenwärtiger Ruf, aber es läßt sich nicht leugnen, daß die Lehrinhalte sich verschoben haben. An die Stelle katalogisierender Überblicke des Tier- und Pflanzenreichs traten ökologische Gesichtspunkte: Das Lebewesen wurde innerhalb seines Lebensraumes betrachtet. Damit erhielt die sogenannte Allgemeine Biologie Bedeutung, die ihr Ziel nicht in der speziellen Einzelbetrachtung, sondern im Aufdecken gemeinsamer Gesetzmäßigkeiten sieht. Zugleich trat die Menschenkunde in den Vordergrund, denn man erkannte, daß nur eine auf uns selbst bezogene Biologie bei der Lösung unserer vielfältigen Probleme helfen kann. Ich erwähne hier nur die Beziehungen zur Verhaltensforschung, der Schädlingsbekämpfung, der Umweltlehre und der Abstammungstheorie.

So setzt also die moderne Biologie die Kenntnis der Tiere und Pflanzen voraus und errichtet darauf das Gebäude allgemeingültiger Betrachtung der Lebenserscheinungen, wie sie uns zum Beispiel in der Vererbungslehre oder in der Zellforschung vor Augen treten.

Ich habe versucht, diese unterschiedlichen Gesichtspunkte älterer und neuerer Biologie in Einklang zu bringen. Auf einen kurzen Abriss der Systematik folgt die Besprechung allgemeinerer Themen, wobei auch Ergebnisse der letzten Jahre (Molekulargenetik, Evolutionsforschung) eingearbeitet wurden. Relativ breiten Raum nimmt die Menschenkunde ein, und hier stehen wiederum die Organleistungen sowie die Nahrungsmittelbiologie im Vordergrund.

Inhaltsübersicht

Entwicklung des Tierreichs	649
Entstehung des Lebens (Urzeugung)	649
Einzellige Tiere (Protozoen)	649
Wurzelfüßer (Rhizopoden)	649
Geißeltierchen (Flagellaten)	650
Sporentierchen (Sporozoen)	650
Wimpertierchen (Ciliaten)	650
Schwämme (Poriferen)	650
Hohltiere (Coelenteraten)	651
Würmer (Vermes)	651
Plattwürmer	651
Fadenwürmer	651
Ringelwürmer	652
Gliederfüßer (Arthropoden)	652
Tausendfüßer	652
Insekten	653
Spinnen	654
Krebse	654
Weichtiere (Mollusken)	654
Stachelhäuter (Echinodermen)	655
Wirbeltiere (Vertebraten)	656
Fische	656
Lurche	656
Kriechtiere	656
Vögel	656
Säugetiere	657
 Entwicklung des Pflanzenreichs	659
Einzellige Pflanzen (Protophyten)	659
Lagerpflanzen	660
Moose	661
Gefäßsporenpflanzen	661
Blüten- oder Samenpflanzen	662
 Allgemeine Biologie	663
Zellenlehre (Cytologie)	663
Bau einer Zelle	663
Zellteilung	664
Fortpflanzung	666
Keimesentwicklung	669
Keimesentwicklung bei höheren Tieren und beim Menschen	669
Keimesentwicklung bei höheren Pflanzen	670
Gewebe und Organe	670
Physiologie	671
Sinnesphysiologie	671
Stoffwechselphysiologie	671
Verhaltenslehre	673
Ökologie	674
Biologische Kybernetik	676
Schädlingsbekämpfung	677
Klassische und molekulare Genetik	678
Abstammungslehre	686
Beweise für die Abstammungslehre	687
Die Abstammung des Menschen	690
 Menschenkunde	693
Das Bewegungssystem	693
Knochen	693
Muskulatur	693
Organe des Stoffwechsels	693
Ausscheidungsorgane	695
Blut	695
Zusammensetzung des Blutes	695
Blutkreislauf	697
Atmungsorgane	697
Haut	698
Aufgaben der Haut	698
Bau der Haut	698
Die Sinnesorgane	698
Geruchssinn	698
Geschmackssinn	698
Gehörsinn	698
Gesichtssinn	698
Tastsinn	699
Nervensystem	699
Hormonsystem	700
Fortpflanzungsorgane	701
Die Individualentwicklung des Menschen	701
Probleme des modernen Menschen	702
 Grundzüge der Biologie	703
Begriffsbestimmungen	704

ENTWICKLUNG DES TIERREICHS

Die Entstehung des Lebens (Urzeugung)

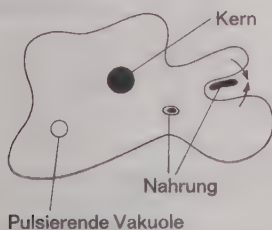
Der Theorie einer Übertragung von Lebenskeimen aus anderen Welten auf die Erde steht man skeptisch gegenüber. Wahrscheinlicher ist die Bildung primitiver Organismen aus anorganischem Material auf unserem Planeten vor mehr als 3,2 Milliarden Jahren (älteste Fossilien). Diese Urzeugung spielte sich in einer sauerstofffreien Atmosphäre ab. Erst später entstand durch Wasserspaltung und Photosynthese Sauerstoff. Über die Art der Zusammenlagerung der in den Urozeanen gebildeten Stoffe zu lebenden Organismen (mit Gestalt, Stoffwechsel, Fortpflanzung, Wachstum, Reizbarkeit als Kennzeichen des Lebens) ist nichts bekannt. Die ersten bekannten Formen sind zellig aufgebaut. Die Viren sind keine Primitivformen des Lebens, sondern eher Degenerationsstrukturen, denn sie entwickeln sich nur auf lebenden Nährböden. Wahrscheinlich existierten die ersten Zellgebilde noch in sauerstofffreier Atmosphäre ohne echte Atmung und gewannen ihre Energie durch Chemosynthese. Erst mit der Entwicklung des Chlorophylls trat freier Sauerstoff hinzu. Danach entstanden die Atmungsfermente heutiger Prägung (Cytochrome). Am Anfang der Evolution läßt sich eine Trennung in Tiere und Pflanzen nicht durchführen. Beide Gruppen stammen aus der gleichen Wurzel.

Einzellige Tiere (Protozoen)

Alle Einzeller weisen ein Cytoplasma mit mindestens einem Zellkern auf. Als Urtiere besitzen sie keine Organe (die ja aus verschiedenen Geweben und Zellen aufgebaut sind), sondern nur Organellen, Zellteile mit speziellen Aufgaben.

Man teilt die einzelligen Tiere in folgende Gruppen:

Wurzelfüßer (Rhizopoden): Bekanntester Vertreter: Amöbe. Sie hat keine feste Körperform, ihre Gestalt wechselt ständig. Nahrungspartikel können an jeder beliebigen Körperstelle durch Umfließen aufgenommen, Nahrungsreste an jeder beliebigen Körperstelle abgegeben werden.

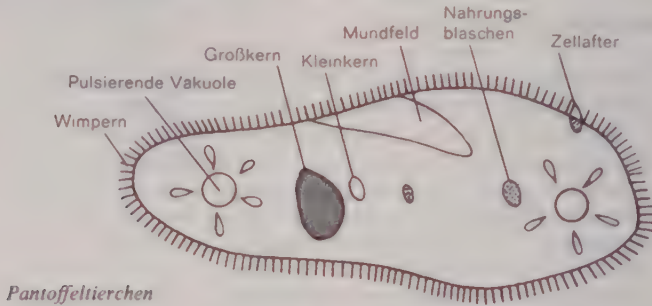


*Amöbe (Wechseltierchen).
Die Pfeile deuten das Umfließen
eines Nahrungspartikels an*

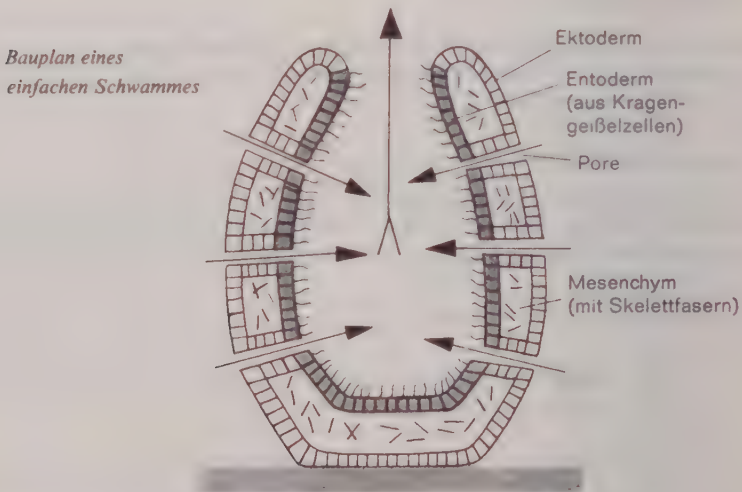
Zum Ausstoßen von Wasser und gelösten Abfallstoffen dient eine pulsierende Vakuole. Manche Amöben sind Krankheitserreger oder kommen als harmlose Mitbewohner im Darm vor. Eine große Zahl von Wurzelfüßern besitzen Schalen oder Panzer als Hüllen um das Cytoplasma.

Geißeltierchen (Flagellaten) : Einige Formen (z. B. Euglena) stehen an der Grenze zum Pflanzenreich (Besitz von Chlorophyll, Fähigkeit zur Photosynthese!). Alle haben eine fest umrissene Gestalt und eine oder mehrere Geißelfortsätze am Cytoplasma, die zur Fortbewegung und Nahrungsaufnahme dienen. Chloroplastenfreie Arten haben an bestimmter Stelle eine Mund- und Afteröffnung. Krankheitserreger sind die Trypanosoma-Arten (Schlafkrankheit, Naganaseuche der Rinder) und Toxoplasma (Toxoplasmose).

Sporentierchen (Sporozoen) : Diese Klasse enthält ausschließlich Parasiten von Menschen, Tieren und Pflanzen. Bekannt: Erreger der Malaria (Plasmodium). Der Entwicklungsgang ist meist durch einen Generations- und Wirtswechsel gekennzeichnet.



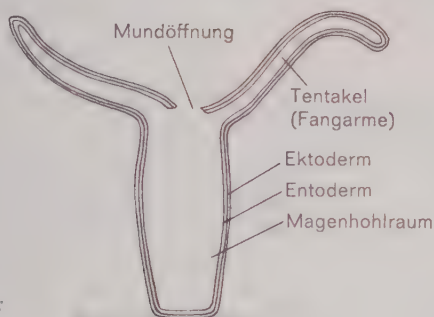
Wimpertierchen (Ciliaten) : Die höchste Stufe der Einzellerentwicklung ist bei den Pantoffeltierchen erreicht. Die Körperoberfläche ist von sehr vielen winzigen Wimpern bedeckt, die der Fortbewegung und dem Herbeistrudeln von Nahrung dienen. Zellmund und Zellafter vorhanden. Komplizierte geschlechtliche Fortpflanzung (Konjugation). Im Süßwasser sind außer den Pantoffeltierchen noch die Glocken- und Trompetentierchen bekannt.



Schwämme (Poriferen)

Schwämme unterscheiden sich von den Einzellern dadurch, daß ihr Körper stets von sehr vielen Zellen aufgebaut ist. Diese Zellen sind aber noch mehr oder weniger gleichartig, nicht differenziert für besondere Aufgaben. Lediglich die Kragengeißelzellen erscheinen für die Nahrungsaufnahme.

prädestiniert. Der Körperbau eines Schwammes ist dadurch gekennzeichnet, daß ein System von Hohlräumen existiert, das von Wasser durchströmt wird. Die Hohlräume sind von Gewebe umkleidet, das man in eine Außenschicht (Ektoderm) und eine Innenschicht (Entoderm) einteilen kann. Zwischen diesen liegt eine gallertig-schleimige Schicht, das Mesenchym. Ein Skelett aus Horn-, Kiesel- oder Kalkeinlagerungen verleiht dem Schwamm eine gewisse Festigkeit. Außer dem Badeschwamm (Skelett aus Horn) sind keine weiteren Vertreter wichtig.



*Bauplan eines Hohltieres:
Süßwasserpolyt*

Hohltiere (Coelenteraten)

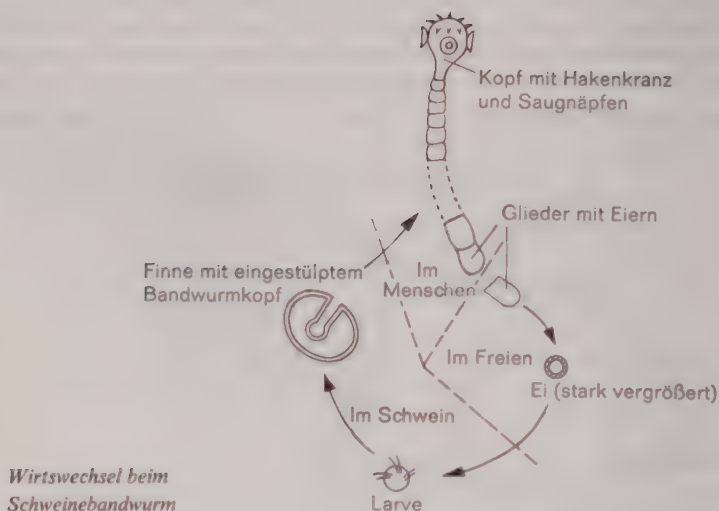
Die Arbeitsteilung der Zellen ist weiter fortgeschritten. Man erkennt Deckzellen, Nesselzellen, Muskelzellen, Nervenzellen usw. Der Aufbau aus Ektoderm, Entoderm und Mesenchym ist beibehalten, doch hat der Körper eine schlauchartige Gestalt, Fangarme sind ausgebildet. Die Nahrung wird durch Lähmung mit dem Gift der Nesselzellen gefangen und durch die Mundöffnung in einen besonderen Magenraum aufgenommen. Bei der Fortpflanzung fällt die Knospung auf. Sehr häufig finden sich zwei in Körperbau und Lebensweise verschiedene Generationen: Polyp (festsitzend, mit ungeschlechtlicher Fortpflanzung) und Quale (frei schwimmend, mit geschlechtlicher Fortpflanzung). Viele Hohltiere scheiden als Polypen Kalk an der Unterlage aus und bauen auf diese Weise Korallenriffe. Die Edelkoralle erzeugt den Korallenschmuck auf demselben Wege (Skelettmaterial). Neben diesen koloniebildenden Hohltieren leben viele solitär (einzeln); Beispiel: Seerosen an Felsen im Meer.

Würmer (Vermes)

Dieser Tierstamm wird heute zoologisch aufgeteilt, da er entwicklungsgeschichtlich aus ganz verschiedenen Gruppen besteht:

Plattwürmer: Der Körper ist zweiseitig symmetrisch, abgeplattet, mit Kopf- und Hinterende. Wesentlich neue Zelltypen sind nicht entwickelt. Es fehlen Blutgefäße und Atmungsorgane. Beispiel für einen freilebenden Plattwurm: Planarie, in Bächen nicht selten. Bekannter aber sind die Leberegel der Schafe und der Bandwurm. Bei diesen Parasiten sind einige wichtige Organe (z. B. Augenbecher) rückgebildet, andere stärker entwickelt (z. B. Haftorgane zum Festhalten am Wirt). Die Bandwürmer zeigen einen Wirtswechsel, zum Teil auch einen Generationswechsel (Hundebandwurm).

Fadenwürmer: Hiervon gibt es sehr viele Arten, doch leben sie meist im Boden und bleiben weitgehend unbekannt, zumal sie nur millimetergroß werden. Als Parasit im Darm und im Muskel-



fleisch des Schweines ist die Trichine anzutreffen. Der Körper der Tiere ist drehrund und langgestreckt (Gegensatz zu den Plattwürmern).

Ringelwürmer: Diese Gruppe ist am höchsten entwickelt. Bekanntester Vertreter: Regenwurm. Der Name Ringelwürmer deutet an, daß der Körper der Tiere aus einzelnen Segmenten aufgebaut ist, die auch äußerlich zu erkennen sind. Die schleimige Oberfläche des Regenwurms ist mit Borsten besetzt, die die Fortbewegung im Boden unterstützen. Lichtempfindlichkeit der Haut. Das Nervensystem ist an der Bauchseite besonders gut ausgebildet und zieht als Bauchmark (Strickleiternnervensystem) vom Kopf zum Hinterende. Zu den Ringelwürmern gehört auch der Blutegel, der keine Borsten, wohl aber Saugnapfe besitzt. An den Küsten ist der Sandwurm bekannt, der im feuchten Schlick lebt (Angelköder). Hier sind auch die ersten Andeutungen von Fußstummeln zu bemerken, die dann bei den Gliederfüßern mächtig zur Entwicklung kommen. Die Atmung erfolgt bei Ringelwürmern durch die Haut oder mit Hilfe besonderer Kiemenanhänge.

Gliederfüßer (Arthropoden)

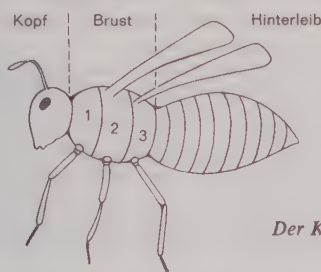
Als Gliederfüßer faßt man die Tausendfüßer, Insekten, Spinnen und Krebse zusammen. Von diesen Klassen ist die der Insekten mit mehr als 750000 Arten am umfangreichsten. Allen Vertretern der Gliederfüßer ist gemeinsam: Außenskelett aus Chitin, Aufbau der Beine aus mehreren gegeneinander beweglichen Gliedern. Mit Ausnahme der Krebse, die durch Kiemen atmen, haben sie ein Tracheensystem zur unmittelbaren Verteilung des Luftsauerstoffs im Körper; das Blut ist als Transportmittel nicht beteiligt.

Tausendfüßer

Diese entwicklungsgeschichtlich sehr alte Klasse umfaßt heute nur noch relativ wenig Arten. Durch den gestreckten Körperbau und die Gliederung in Segmente wird die Ableitung von den Ringelwürmern nahegelegt. An jedem Abschnitt sitzt mindestens ein Beinpaar, die Zahl von tausend Füßen wird aber niemals erreicht. Bei uns sind der Steinkriecher und der Sandschnurläufer bekannte Bewohner des feuchten Bodens.

Insekten

Die Insekten umfassen sehr verschiedenartige Gliederfüßerformen, was für eine starke und aktive Entwicklung in erdgeschichtlich junger Zeit spricht. Als Kennzeichen sind allgemein zu finden: Dreiteilung des Körpers in Kopf, Brustabschnitt und Hinterleib, Besitz von Facettenaugen (Netzaugen), Fühlern und typischen Mundwerkzeugen. Insekten haben immer sechs Beine. Ein oder zwei Paar Flügel, mitunter sind sie auch flügellos (z. B. Flöhe, Wanzen). Bauchmark, Röhrenherz am Rücken. Die Entwicklung verläuft im allgemeinen vom Ei über die Larve und Puppe zum fertigen Insekt (vollkommene Verwandlung), doch fällt bei einigen Ordnungen auch das Puppenstadium aus (unvollkommene Verwandlung).



Der Körperbau eines Insekts (Schema)

Wichtig sind:

Mit vollkommener Verwandlung:

Ordnung Käfer: Insekten mit beißenden Mundwerkzeugen und zwei Paar Flügeln, von denen das vordere Paar zu Deckflügeln (wie beim Maikäfer) umgewandelt ist;

Ordnung Schmetterlinge: Feine Schuppen bedecken die meist ziemlich großen Vorder- und Hinterflügel. Saugende Mundwerkzeuge. Die Schmetterlingslarven sind die Raupen. Den Tagfalter mit den annähernd gleichgroßen Flügelpaaren stehen die Nachtfalter gegenüber, deren Vorderflügel deutlich größer als die Hinterflügel sind und die weit geschickter fliegen. Zu den Schmetterlingen gehören auch die Wickler (Apfelwickler als Schädling) und die Motten;

Ordnung Zweiflügler: Hierunter versteht man die Fliegen und Mücken, die nur ein Flügelpaar, nämlich die Vorderflügel, besitzen. Die Hinterflügel sind zu kleinen Schwingkölbchen umgebildet. Fliegen haben einen gedrungeneren Körperbau, Mücken sind schlanker und als Larven ans Wasser gebunden (Mücken in der Nähe von Teichen!). Die Bremsen stehen zwischen den beiden Gruppen. Stechende oder saugende Mundwerkzeuge. Zweiflügler kommen als Überträger von Krankheiten in Frage: Malaria, Gelbfieber, Schlafkrankheit;

Hautflügler: Zwei Paar durchsichtige, schmale Flügel, die durch einen Haftapparat jederseits zu einer einheitlichen Tragfläche gekoppelt werden. Berühmt sind die Staaten der Ameisen, Bienen, Wespen und Hummeln. Bei den Bienen ist ein besonderes Kommunikationssystem („Sprache“) ausgebildet, das den Sammlerinnen Richtung, Entfernung und Art des einzutragenden Futters vermittelt. Außer den in Staaten lebenden Hautflüglern gibt es auch viele solitäre: Schlupfwespen, Gallwespen;

Ordnung Flöhe: Blutsauger, in vielen Arten auf verschiedene Wirte spezialisiert. Hinterbeine zu Springbeinen umgewandelt;

Köcherfliegen: Bekanntster als die fertigen Insekten sind die Larven, die im Wasser leben und sich aus Pflanzenteilen oder Sandkörnern Gehäuse („Köcher“) bauen;

Netzflügler: Auch hier sind die entwickelten Formen (Ameisenjungfer) weniger bekannt als die Larven (Ameisenlöwe), die sich im lockeren Sand Trichter graben und Ameisen auflauern.

Mit unvollkommener Verwandlung:

Ordnung Heuschrecken: Man unterscheidet die meist grünen, lange Fühler tragenden Laubheuschrecken, die meist braunen, kurze Fühler tragenden Feldheuschrecken und die Grillen, die dunkel gefärbt und von gedrungenerem Körperbau sind. Laubheuschreckenmännchen zirpen durch Aneinanderreiben der Flügel. Feldheuschreckenmännchen erzeugen entsprechende Laute dadurch, daß die Hinterschenkel an den Flügeln entlangstreichen;

Ordnung Schaben: Dunkle, käferartige Schädlinge in Küchen und Vorratsspeichern;

Ordnung Ohrwürmer: Harmlose Bewohner feuchter Orte, ganz ungefährlich;

Ordnung Termiten: Mit den Hautflüglern nicht verwandt, aber wie sie Staaten bildend (Konvergenzerscheinung!). Die Bauten sind oft meterhoch und steinhart. Viele Arten sind Holzfresser, wobei die Verdauung des Holzes durch Einzeller erfolgt, die im Darm der Termiten leben. Meist tropisch, aber auch in Europa stellenweise eingeschleppt;

Ordnung Libellen: Geschickte Flieger mit durchsichtigen, großen Flügeln. Die Larven leben im Wasser und sind wie die fertigen Insekten gefräßige Räuber;

Ordnung Tierläuse: In Kleidern und zwischen den Haaren als Parasiten lästig und als Krankheitsüberträger gefährlich. Die Eier nennt man Nisse;

Ordnung Schnabelkerfe: Insekten („Kerbtiere“, „Kerfe“) mit einem schnabelartigen Saugapparat. Hierher gehören die Wanzen und Blattläuse (nicht zu verwechseln mit den Tierläusen!).

An die Insekten schließt man noch die sogenannten Urinsekten an, flügellose, sehr primitive Formen, die man als Übergänge zwischen Tausendfüßern vergangener Jahrmillionen und den Insekten ansieht. Beispiel: Silberfischchen.

Spinnen

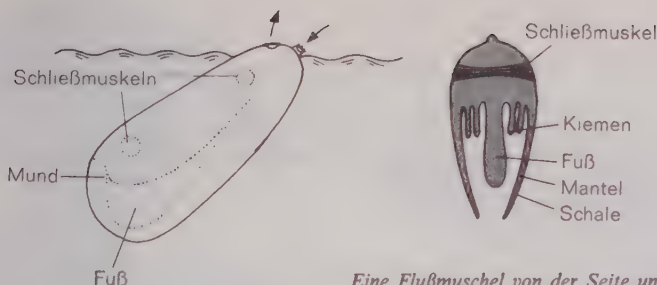
Im Gegensatz zu den Insekten haben die Spinnen acht Beine. Es fehlen die Fühler. Kopf und Brust sind zum Kopfbrustabschnitt verschmolzen. Manche Arten (Kreuzspinne) fertigen kunstvolle Netze an, viele erzeugen nur ein wirres Fadenwerk (Winkelspinne) oder besitzen überhaupt keine Spinndrüsen (Weberknecht). In die Verwandtschaft der Spinnen stellt man auch die mit Giftstachel versehenen Skorpione und die Milben, die zum Teil als Parasiten leben (Holzbock oder Zecke, Krätzmilbe).

Krebse

Man unterscheidet die Höheren Krebse, deren Hauptvertreter Flußkrebse, Hummer und Languste sind. Für sie ist ein durch Kalk verstärkter Chitinpanzer typisch, ferner das verwachsene Kopfbruststück und ein beweglicher, gegliederter Schwanz. Die Atmung erfolgt durch Kiemen (Gegensatz zu allen anderen Gliederfüßern!). Den Höheren Krebsen stehen die Niederen Krebse gegenüber, deren Körperbau recht vielgestaltig sein kann und die einen wesentlichen Anteil am Plankton ausmachen. Unter Plankton versteht man alle kleinen Lebewesen, die sich im Salz- oder Süßwasser schwebend halten und nicht mit eigener Kraft nennenswert fortbewegen. Beispiele: Algen, einzellige Tiere, kleine Krebse wie Wasserflöhe oder Hüpferlinge.

Weichtiere (*Mollusken*)

Man unterscheidet die Klassen Schnecken, Muscheln und Tintenfische. Für alle drei ist der Besitz eines weichen Körpers typisch, der zum Teil von einer harten Schale aus Conchiolin (einer hornartigen Substanz) und Kalk geschützt wird. Die Körperteile sind Kopf, Fuß, Eingewidesack und Mantel. Letzterer scheidet stets die Schale ab. Bei den Schnecken besteht das Gehäuse aus

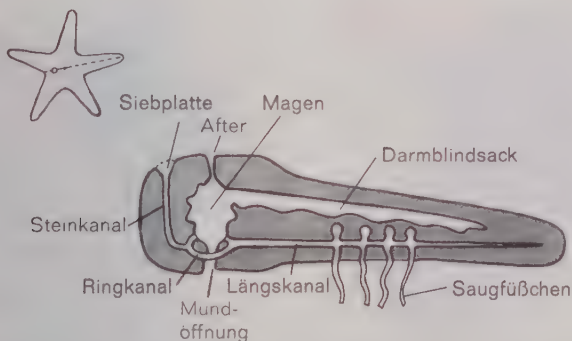


Eine Flußmuschel von der Seite und im Querschnitt, stark schematisch

nur einem Stück, während die Muscheln im allgemeinen zwei Schalenklappen aufweisen. Die Muscheln sind in bezug auf ihre Sinnesorgane stark rückgebildet, da sie sich nur wenig aktiv bewegen. Um so höher sind die Sinnesleistungen der Tintenfische einzuschätzen, denn sie schwimmen als Räuber beutesuchend im Meer umher. Ihren Namen haben sie von der Eigenschaft erhalten, bei Gefahr einen dunklen Farbstoff aus einem Beutel auszustoßen und so den Feind zu täuschen. Die Schale der Tintenfische ist zu einem Schulp reduziert. Die kräftigen Fangarme sind mit Saugnäpfen besetzt. Ausgestorbene Tintenfische: Ammoniten, Belemniten.

Stachelhäuter (Echinodermen)

Die Stachelhäuter sind ein hochentwickelter Tierstamm, dessen Vertreter jedoch ausschließlich im Meer vorkommen. Bekannt sind vor allem die Klassen der Seesterne, Seeigel und Seewalzen (Seegurken). Ihr wesentliches Merkmal ist die fünfstrahlige Symmetrie des Körpers. Die meisten übrigen Tiere sind ja zweiseitig symmetrisch mit einer Symmetrieachse. Ein weiteres Kennzeichen ist das eigentümliche Wassergefäßsystem, ein Kanalnetz, das mit Seewasser gefüllt ist und sich durch alle Körperteile zieht. In die Haut sind kleine Kalkplättchen eingelagert, die zum Teil



Schematischer Schnitt durch Körperscheibe und Arm eines Seesterns

auch als Stacheln in Erscheinung treten. Durch diese erklärt sich ihr Name. Man kann schließen, daß die Stachelhäuter von zweiseitig symmetrischen Vorfahren abstammen, denn ihre Larven weisen noch diese Symmetrieform auf. Anwendung des sogenannten „Biogenetischen Grundgesetzes“ von Ernst Haeckel: Lebewesen wiederholen in ihrer Individualentwicklung Stadien, die sie einst vor Jahrmillionen in ihrer Stammesentwicklung durchlaufen haben.

Wirbeltiere (Vertebraten)

Genau betrachtet, muß man zu den Wirbeltieren als Chordatiere auch diejenigen Tiere hinzurechnen, die noch keine echte Wirbelsäule, sondern nur einen gallertigen bis knorpeligen Stützstab (die sogenannte Chorda) besitzen: Lanzettfischchen, Neunauge. Bei allen echten Wirbeltieren ersetzt die in Wirbel gegliederte Wirbelsäule während der Individualentwicklung die Chorda, die zunächst als Vorläufer auftritt.

Fische

Diese sehr variable Klasse umfaßt die Knorpelfische (Haie, Rochen) und die Knochenfische (die meisten Fische im üblichen Sinn). Der typische Fisch atmet durch Kiemen, besitzt paarige und unpaarige Flossen und ist mit Schuppen bedeckt.

Lurche (Amphibien)

Weichhäutige Tiere wie die Frösche, die Kröten und die Molche, deren Jugendentwicklung in Larvenform (als Kaulquappe) sich im Wasser abspielt. Neben der Lungenatmung ist die Hautatmung sehr wichtig. Die Larven atmen durch Kiemen.

Kriechtiere (Reptilien)

Kriechtiere haben eine Panzerung aus Hornplatten, die durch Knochen verstärkt sein kann. Eine Hautatmung ist daher nicht mehr möglich; zur Atmung dienen allein die Lungen. Man unterscheidet die Eidechsen, Schlangen, Schildkröten und Krokodile. Während bei Eidechsen stets Beine vorhanden sind oder sich Extremitäten wenigstens in Rudimenten nachweisen lassen (Blindschleiche!), sind bei den Schlangen sämtliche Gliedmaßen rückgebildet. Im Erdmittelalter (vor rund 150 Millionen Jahren) hatten die Kriechtiere in Form der Saurier ihre größte Verbreitung und waren nicht nur auf dem Land, sondern auch im Wasser zahlreich vertreten. Die Flugsaurier vermochten mit Hilfe einer Flughaut, die sich zwischen Körper und Armknochen ausspannte, zu fliegen. Echter Vorläufer der Vögel (mit Federn) war jedoch nur der Urvogel oder Archaeopteryx, den man in Juraschichten bei Solnhofen gefunden hat.



Die Flügel der Flugsaurier (links) und der Vögel (rechts) sind nach ganz verschiedenen Prinzipien gebaut

Vögel

Bei dieser Klasse handelt es sich erstmals in der Entwicklungsgeschichte um Warmblüter (besser: Gleichwarme Tiere). Sie halten ihre Körpertemperatur auch bei Kälte stets konstant. Typisch ist das Federkleid, das zum Warmhalten und als Material der Tragflächen und des Schwanzsteuers dient. Da die Vordergliedmaßen zu Flügeln umgebildet sind, dienen nur noch die Hintergliedmaßen zum Laufen. Die Jungen schlüpfen als Nestflüchter oder Nesthocker aus den dotter-



In unseren heimischen Wäldern wächst eine große Anzahl von Pilzen, die größtenteils essbar sind. Es erfordert jedoch eine genaue Kenntnis der Pilzarten, wenn man sich auf Pilzsuche begeben will, denn einige Pilze sind so giftig, daß ihr Genuß lebensbedrohend ist.

Oben links: Steinpilz (essbar)

Oben rechts: Fliegenpilz (giftig) mit rotem Hut, rechts daneben ein Perlpilz (essbar) mit braunem Hut

Unten links: Heiderotkappe (essbar)

Unten rechts: Pfifferling (essbar)



▲ Stangenkaktus (*Cereus macrogonus*)



▼ Kakteenblüte (*Lophophora Williamsii*)



▲ Erdorchidee (*Frauenschu*)

◀ Kakteenblüte (*Phyllocactus hybr.*)

▼ Erdorchidee (*Spinnenstengel*)



reichen Eiern, die bebrütet werden müssen. Die Flugfähigkeit verdankt der Vogel der kräftigen Muskulatur, die an dem Brustbeinkamm ansitzt, ferner seinen leichten, lufthaltigen Knochen und den Luftsäcken an den Lungen. Die umfangreichste Gruppe ist die der Singvögel: Ein gut ausgebildeter zweiter Kehlkopf (Syrinx) ist ihr Kennzeichen. Andere Vertreter: Greifvögel (früher Raubvögel genannt), Eulen, Spechte. Flugunfähig sind die Strauße mit kräftigen Laufbeinen und die Pinguine, deren Flügel zum Rudern im Wasser umgebildet wurden.

Säugetiere

Warmblüter mit Lungenatmung und Haarbedeckung des Körpers. Sie bringen mit Ausnahme der eierlegenden, primitiven Kloakentiere (Schnabeltier!) ihre Jungen lebend zur Welt und säugen sie mit Milch. Ihr Gehirn zeigt die höchste Entwicklungsstufe innerhalb des Tierreichs. Sie haben alle Lebensbereiche (Land, Wasser, Luft) erobert, was jedoch mitunter zu extremen Anpassungserscheinungen geführt hat. Beispiel: Die Wale und speziell die Delphine werden häufig für Fische gehalten, sind jedoch echte Säugetiere.

Einige Säugetiergruppen:

Beuteltiere: Känguruh, Koalabär. Die Jungen werden in noch unentwickeltem Zustand geboren und wachsen in einem Beutel heran. Charaktertiere Australiens. Dort konnten sich die Beuteltiere als Primitivformen (wie die ebenfalls in diesem Kontinent noch heimischen Kloakentiere) halten, da sie in der Isolation nicht der Konkurrenz der höheren Säugetiere ausgesetzt waren.

Raubtiere: Gebiß mit dolchartigen Eckzähnen und scharfkantigen Reißzähnen. Beispiel: Löwe.

Huftiere: Zehen paarig oder unpaarig, mit Hornhufen umkleidet. Pflanzenfressergebiß mit breiten Backenzähnen. Beispiel: Rind.

Nagetiere: Pflanzenfressergebiß mit breiten Backenzähnen, Lücke und scharfen Schneidezähnen. Beispiel: Kaninchen, Maus.

Insektenfresser: Gebiß mit vielen spitzen Zähnchen. Beispiel: Igel, Spitzmäuse, Maulwurf.

Fledermäuse: Gebiß ähnlich dem der Raubtiere und Insektenfresser. Vordergliedmaßen werden als Flügel benutzt.

Rüsseltiere (Elefanten): Schneidezähne zu Stoßzähnen umgewandelt, Backenzähne breit und groß. Nase rüsselartig verlängert.

Wale: Teils ohne Zähne (Bartenwale), teils mit vielen gleichartigen Zähnen (Zahnwale, z. B. Delphine). Vordergliedmaßen zu Flossen umgewandelt, Hintergliedmaßen verkümmert.

Affen: Gebiß meist mit spitzen Eckzähnen. Gliedmaßen im allgemeinen zum Klettern geeignet. Man unterscheidet Halbaffen (z. B. Koboldmaki), Tieraffen (z. B. Paviane, Meerkatzen, Rhesusaffen) und Menschenaffen (Orang-Utan, Gorilla, Schimpanse).

Der Mensch steht zoologisch den Menschenaffen nahe, unterscheidet sich von ihnen jedoch geistig durch die einzigartige Ausbildung des Denkvermögens und durch die Wortsprache. Unter dem Begriff Primaten (Herrentiere) faßt man den Menschen und die Affen zusammen.



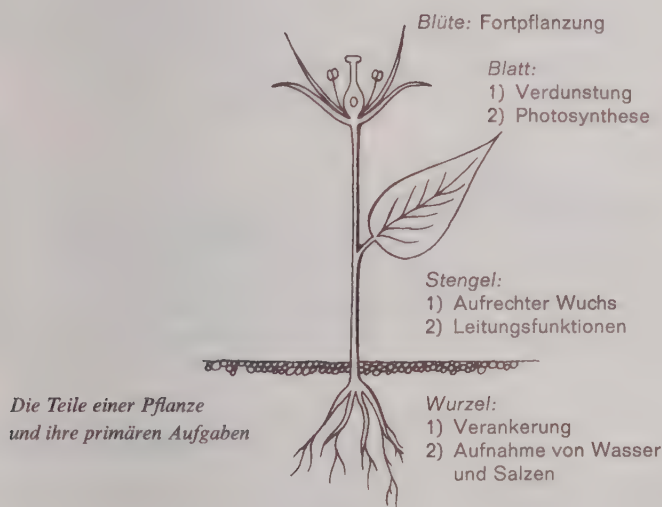
In riesigen Ursümpfen wucherten die Wälder der Steinkohlenzeit mit längst ausgestorbenen Arten von Baumfarnen, Siegel- und Schuppenbäumen.

ENTWICKLUNG DES PFLANZENREICHS

Man gliedert eine Pflanze im allgemeinen in Wurzel, Stengel, Blatt und Blüte. Diese Einteilung gilt aber nur für höhere Entwicklungsstufen. Niedere Formen zeigen diese Gliederung noch nicht. Am primitivsten sind wiederum einzellige Arten.

Einzellige Pflanzen (Protophyten)

Neben echten Einzellern kommen auch fadenförmige Strukturen aus mehreren Zellen vor, die aber noch nicht streng aufeinander angewiesen sind. Die Viren rechnet man meist hierher, obwohl sie nicht zellig gebaut sind, sondern lediglich aus Nucleinsäure und Eiweiß bestehen. Wahrscheinlich handelt es sich bei ihnen um Degenerationsformen, die später zum Parasitismus übergegangen sind.



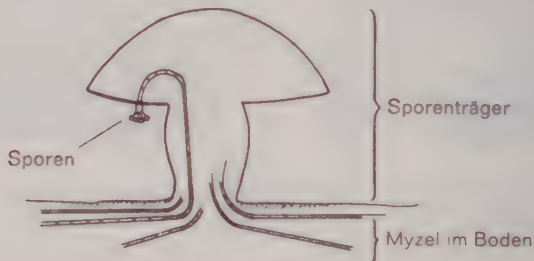
Spaltpflanzen: In dieser Abteilung faßt man die Blaualgen und Bakterien zusammen. Blaualgen unterscheiden sich von den echten Algen dadurch, daß sie keinen abgegrenzten Zellkern enthalten; das Chlorophyll liegt auch nicht in Chloroplasten gespeichert, sondern ist im Cytoplasma verteilt. Als Bakterien im weiteren Sinn bezeichnet man chlorophyllfreie Einzeller ohne abgegrenzten Zellkern. Sie sind außerordentlich vielgestaltig: Bakterien im engeren Sinn (kurze Stäbchen), Bazillen (lange Stäbchen), Kokken (kugelig), Spirillen (korkenzieherartig gewunden). Sie vermochten sich als sehr alte Lebewesen an jede Umwelt anzupassen und kommen daher heute fast überall vor. Die winzigen Sporen (einzellige Verbreitungskeime, die auf ungeschlechtlichem Wege

gebildet werden) unterstützen die Ausbreitung. Bakterien kennt man im allgemeinen als Krankheitserreger (Pest, Syphilis, Cholera usw.), doch gibt es auch eine große Zahl nützlicher Arten. So sind die Bodenbildung, die Fäulnis und verschiedene Gärungstypen an das Vorhandensein von bestimmten Bakterien gebunden.

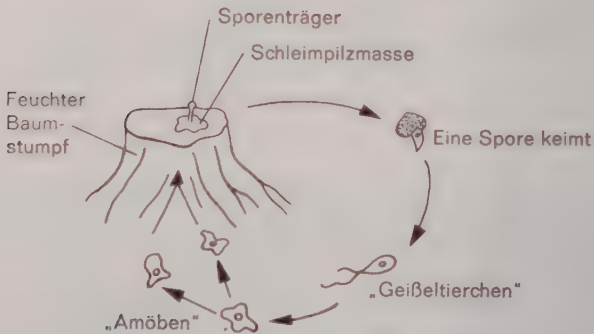
Lagerpflanzen

Dieser Begriff will andeuten, daß die betreffenden Pflanzen noch im Wasser leben oder am Boden lagern. Es fehlen ihnen nämlich wirkungsvolle Leitungsbahnen, die die notwendige Feuchtigkeit in höher gelegene Pflanzenteile leiten könnten. Sie sind allgemein noch nicht in Wurzel, Stengel und Blatt gegliedert. Selbstverständlich fehlt ihnen auch eine Blüte, die ja nur bei den höchsten Pflanzen vorkommt. Zu den Lagerpflanzen zählt man Algen, Pilze und Flechten.

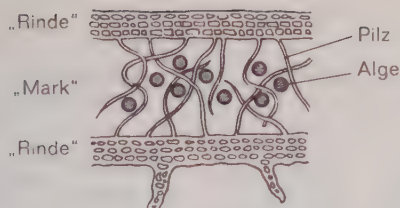
Algen sind im wesentlichen ein- bis vielzellige Wasserpflanzen oder Organismen, die zumindest an feuchtes Substrat gebunden sind. Sie besitzen Chloroplasten und Chlorophyll, doch ist die grüne Farbe oft durch andere Farbstoffe überdeckt. Zur Photosynthese sind sie durchaus fähig. Man unterscheidet unter anderem Grün-, Braun-, Rot-, Kiesel-, Jochalgen. Die Braun- und Rotalgen kommen im Gegensatz zu den Grünalgen hauptsächlich im Meer vor und können zum Teil viele Meter lang werden (Meerestang). Kieselalgen bauen als Einzeller einen Panzer aus Kieselsäure auf, der sich erdgeschichtlich in Ablagerungen erhalten hat (Kieselgur, Poliererde). Jochalgen sind im Süßwasser häufig (z. B. die grünen Schraubenalgen der Teiche).



Der oberirdisch sichtbare Pilz ist der Sporenträger des unterirdischen Myzels



Entwicklung eines Schleimpilzes (Schema)



Schnitt durch eine Flechte

Pilzen fehlt stets das Chlorophyll. Sie leben daher als Parasiten, Saprophyten (Fäulnisbewohner) oder Symbionten. Die meisten Formen bilden unscheinbare Myzelien aus Hyphen (Fäden) im Boden, in Nahrungsmitteln (Schimmelpilze des Brotes) oder auf Pflanzen (Kartoffelpilz). Auch die höheren Pilze, die etwa im Waldboden ihr Myzel (Fadenwerk) ausbreiten, sind unscheinbar, doch wirkt der oberirdische Sporenträger (der eigentlich sichtbare „Pilz“) auffällig. Bekannt sind ferner: Pinselschimmel (liefert das Penicillin), Hefe (wichtig für die Gärung), Getreiderost (Schädling auf Getreidearten), Schorfpilze (schädigen das Obst). – Zu den Pilzen zählt man auch die Schleimpilze, die aber in verschiedenen Eigenschaften (einzellige geißeltier- und amöbenartige Entwicklungsstadien) an das Tierreich erinnern. Man findet sie als schleimige Massen auf alten Baumstämpfen.

Flechten sind im strengen Sinn keine eigenständigen Pflanzen, sondern Symbioseformen von Algen und Pilzen. Die Partner haben sich jedoch so aufeinander eingestellt, daß sie isoliert nicht mehr lebensfähig sind. Die Pilzhypen umspinnen als Wasserspeicher die einzelligen Algen, die im Innern des Flechtenkörpers liegen und für die Erzeugung von Nährstoffen sorgen (Photosynthese auf Grund ihres Chlorophyllgehalts!). Man findet Flechten als grau-grüne, bräunliche oder gelbliche Beläge an Felswänden, auf Baumrinde und an Ästen. Bekannte Vertreter: „Isländisches Moos“, Rentierflechte der nordischen Tundra, Bartflechte an Zweigen.

Moose

Moose besitzen zwar auch noch keine Leitungsbahnen für Wasser, wohl aber Vorläufer von Wurzeln, die sogenannten Rhizoide. Andeutungen von Stengel und Blättern sind ebenfalls vorhanden. Sie nehmen Feuchtigkeit mit allen Teilen des Pflanzenkörpers auf und haben infolge ihres Polsterwuchses (Schwammwirkung!) den feuchten Boden erobert. Allgemein ist Generationswechsel zwischen dem Moospflänzchen mit geschlechtlicher Fortpflanzung und dem kapselförmigen Sporenträger mit ungeschlechtlicher Fortpflanzung (Sporen) ausgebildet. Die Waldmoose sind als Wasserspeicher von Bedeutung.

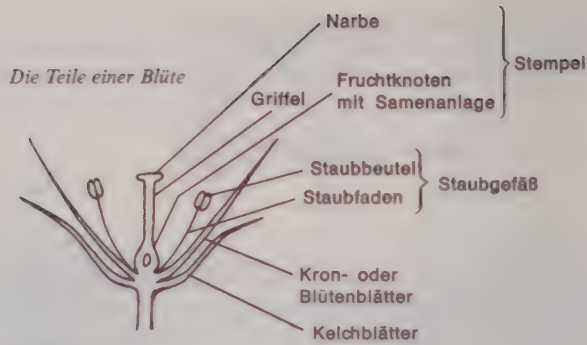
Gefäßsporenpflanzen

Unter dieser Bezeichnung faßt man die Farne, Schachtelhalme und Bärlappgewächse zusammen. Jetzt sind Wurzel, Stengel und Blätter ausgebildet, Wasserleitungsbahnen vorhanden. Dadurch können die Pflanzen in die Höhe wachsen. Im Erdaltertum entstanden Riesenformen (Siegelbäume, Schuppenbäume). Generationswechsel ist auch hier ausgeprägt, wobei die geschlechtliche Fortpflanzung sich auf dem kleinen, grünen Vorkeim abspielt.

Farne erkennt man an der spiraligen Aufrollung der jungen Triebe; im typischen Fall bilden die Blätter große Wedel aus.

Schachtelhalme sind durch Einlagerung von Kieselsäure gekennzeichnet („Zinnkraut“ früher zum Putzen von Zinngeschirr!).

Bärlappgewächse kommen nur noch in geringer Artenzahl vor. Die kleinblättrigen Sprosse werden häufig mit Moosen verwechselt („Schlangenmoos“).



Blüten- oder Samenpflanzen

Damit ist die höchste Entwicklungsstufe erreicht. Die Pflanzen sind in Wurzel, Stengel, Blatt und Blüte gegliedert, Wasserleitungsbahnen werden in höchster Vollendung ausgebildet. Die Vermehrung erfolgt durch Samen, die im Anschluß an eine Bestäubung (Übertragung von Blütenstaub oder Pollen von den Staubgefäßen auf die Narbe) und eine Befruchtung (Verschmelzen des Pollenschlauches mit der Eizelle in der Samenanlage) entstehen. Ein Samen besteht aus Keimling und Nährgewebe (Endosperm) und Samenschale. Man unterscheidet:

Nacktsamige Blütenpflanzen: Hierzu rechnet man vor allem die heutigen Nadelhölzer und viele ausgestorbene Formen. Die Samenanlage ist nicht von einem Fruchtknoten geschützt, sondern liegt frei. Die weiblichen Blüten sind meist zu verholzten Zapfen zusammengeschlossen: eine solche Ansammlung von Einzelblüten nennt man einen Blütenstand.

Bedecktsamige Blütenpflanzen: In diese Gruppe gehören die meisten Vertreter. Die Samenanlage und damit auch der reife Samen ist vom Fruchtknoten umschlossen und bildet mit diesem zusammen die Frucht. Neben Windblütigkeit ist die Insektenblütigkeit verbreitet. Man unterscheidet innerhalb der Gruppe der Bedecktsamer die Einkeimblättrigen Pflanzen (1 Keimblatt; langgestreckte, parallelnervige Blätter; Blüte in Dreizahl; Leitbündel über den Stengelquerschnitt verstreut) und die Zweikeimblättrigen Pflanzen (2 Keimblätter; vielgestaltige, netznervige Blätter; Blüte in Fünfezahl; Leitbündel im Kreis angeordnet). – Beispiele für Einkeimblättrige Pflanzen: Getreide, Gräser, Lilien, Tulpen, Orchideen, Palmen. Beispiele für Zweikeimblättrige Pflanzen: Laubbäume, Mohn, Löwenzahn, Rosen, Erbsen, Bohnen.

Zweikeimblättrige Pflanzen | Einkeimblättrige Pflanzen

1) Zwei Keimblätter



2) Blattform vielgestaltig, netznervig



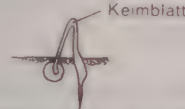
3) Blüte in Fünfezahl K 5 C 5 A ∞ G (5)



4) Leitbündel im Kreis angeordnet



1) Ein Keimblatt



2) Blattform langgestreckt, parallelnervig



3) Blüte in Dreizahl P 3 + 3 A 3 + 3 G (3)



4) Leitbündel verstreut



Unterschiede zwischen
Zwei- und Einkeimblättrigen Pflanzen

ALLGEMEINE BIOLOGIE

Die Betrachtung einzelner Tiere und Pflanzen, wie dies in der Systematik üblich ist, fällt in das Gebiet der Speziellen Biologie. Sie dient dazu, die Eigengesetzlichkeiten jeder Tier- oder Pflanzenart zu ergründen und zu beschreiben, damit auch gleichzeitig eine „Katalogisierung“ der Lebensformen zu erreichen. Demgegenüber gibt es aber auch Gesetzmäßigkeiten, die für große Gruppen von Tieren oder Pflanzen, ja vielleicht sogar für alle Organismen gültig sind. Beispielsweise bestehen alle Lebewesen aus Zellen, die sich teilen und wieder heranwachsen, auf Reize reagieren, ihre charakteristischen Merkmale weitervererben und ähnliches mehr. Es ist Aufgabe der Allgemeinen Biologie, diese übergeordneten Lebensprinzipien zu untersuchen und zu deuten. Diese Vorgänge sind es auch, mit denen der biologisch gebildete Laie vertraut sein sollte. Daher haben wir die Systematik (Spezielle Biologie) relativ kurz gefaßt – sie ist ja jederzeit lexikalisch nachzuschlagen – und wollen uns in breiterer Form den allgemeinen Gesichtspunkten zuwenden.

Zellenlehre (*Cytologie*)

Bau einer Zelle

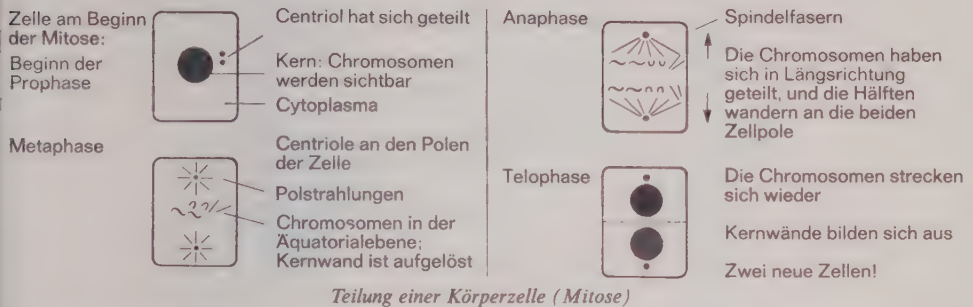
Die Erforschung der Zelle wurde erst nach der Erfindung des Mikroskops im 17. Jahrhundert möglich. Der Name Zelle leitet sich von der lateinischen Bezeichnung *Cellula* (Kämmerchen) ab, die der Engländer Robert Hooke im Anschluß an die mikroskopische Betrachtung eines dünnen Korkschnittes 1667 prägte. Er sah lauter rechteckige Gebilde; wir würden sie heute als die Zellwände identifizieren. Der Inhalt war in den toten Korkzellwänden nicht mehr vorhanden. Heute verstehen wir unter Zellen im wesentlichen den Inhalt, erst in zweiter Linie die Begrenzung. Es bedurfte erheblicher Verbesserungen am Mikroskop (Zeiss, Abbé um 1850), ehe man Einzelheiten identifizieren konnte. Zu Beginn unseres Jahrhunderts ergab sich etwa folgendes Bild vom Aufbau einer Zelle:

Pflanzliche Zelle: Innerhalb einer dünnen Zellmembran, der mehr oder weniger dicke Schichten einer zellulosehaltigen Zellwand aufgelagert sein können, befindet sich als Grundsubstanz das Cytoplasma. Darin ist der Kern eingelagert. Beide Bestandteile sind lebendig und bestehen chemisch aus etwa 80 Prozent Wasser und darin gelösten Stoffen: Eiweiß, Zucker, Salze, Vitamine, Hormone, Enzyme. Da durch Mischung dieser Substanzen jedoch in keinem Fall eine lebende Zelle „synthetisiert“ werden kann, muß der Charakter des Lebendigen offenbar in der spezifischen und mikroskopisch nicht näher erforschbaren Feinstruktur des Cytoplasmas und der Kernmasse zu suchen sein. Im Cytoplasma fallen ferner die sogenannten Plastiden auf. Diese ebenfalls lebenden Partikel kommen in verschiedener Erscheinungsform vor. Am bekanntesten sind die Chloroplasten, die das Chlorophyll (Blattgrün) enthalten und für die Photosynthese (Assimilation) von größter Wichtigkeit sind. Eine zweite Plastidenform ist gelb bis rot gefärbt; man nennt die Gebilde Chromoplasten. Sie sind zum Beispiel für die Farbe der Mohrrübe verantwortlich. Schließlich gibt es noch sogenannte Leukoplasten, die farblos sind und in unterirdischen Pflanzenteilen wohl als Vorstufen der Chloroplasten vorkommen. Im Cytoplasma liegt ferner noch der Golgiapparat, wohl ein für die Zellhormonproduktion wesentliches Organell. Im Kern lassen sich bei spezieller

Schema des modernen Zellbildes



Beginn einer Zellteilung im Kern in Erscheinung: Die Fäden verkürzen sich, erscheinen dadurch dicker und nehmen eine bestimmte Gestalt an. Ihre Zahl ist nicht belanglos, sondern genau festgelegt. Chromosomenregeln: Jede Tier- oder Pflanzenart (auch der Mensch) hat eine bestimmte Anzahl von Chromosomen (Mensch: 46); die Chromosomen weisen eine spezifische Größe und Gestalt auf, wobei jeweils zwei in einem Kern gleich sind (Chromosomenpaar). Hieraus ergibt sich, daß in jeder normalen Körperzelle nur eine gerade Anzahl von Chromosomen auftreten kann.



Jeder Zellteilung geht eine Kernteilung voraus. Um die Versorgung der Tochterzellen mit Erbinformationen zu gewährleisten, erfolgt diese Teilung bei allen Organismen in grundsätzlich gleicher Weise (Mitose). Wir betrachten als Beispiel eine tierische Zelle während ihrer Teilung: Als erstes teilt sich das Zentralkörperchen. Die beiden Spaltprodukte wandern an die Pole der Zelle. Die Chromosomen werden durch die oben erwähnte Verkürzung sichtbar. Die Kernwand verschwindet, so daß die Chromosomen frei im Cytoplasma liegen. Von den beiden Centriolen an den Polen gehen fadenartige Spindelfasern aus. Dieses Stadium heißt Prophase. Im weiteren Verlauf suchen die Chromosomen die Mitte zwischen den polständigen Centriolen auf und formieren sich in der Äquatorialebene. Die Spindelfasern greifen an den Chromosomen an. Dieses Stadium heißt Metaphase. Im folgenden spalten sich die Chromosomen in Längsrichtung, und je eine Hälfte wird durch die Spindelfasern an die betreffenden Pole gezogen. Auf diese Weise erreicht man eine absolut exakte Halbierung der Erbinformationen, die man sich chemisch fixiert auf den Chromosomen denken muß. Dieses Stadium heißt Anaphase. Schließlich verschwinden die Spindelfasern wieder. Um jede Chromosomengruppe bildet sich eine neue Kernwand. Dieses Stadium heißt Telophase. Die Zahl der Chromosomen ist in jeder Zellhälfte die gleiche geblieben! Nach dem Entstehen einer trennenden Zellmembran zwischen den neuen Kernen existieren zwei unabhängige Zellen, die allerdings noch zu ihrer normalen Größe heranwachsen müssen. Chloroplasten, Mitochondrien usw. werden nach den Gesetzen des Zufalls auf die neue Zelle verteilt. Bei pflanzlichen Zellen läuft der Vorgang prinzipiell in gleicher Weise ab. Es fehlt jedoch das Centriol; die Spindelfasern bilden sich ohne bestimmtes Zentrum im Cytoplasma.

Meiose (Reduktionsteilung): Zellen, die jeweils Paare von Chromosomen in ihren Kernen enthalten, heißen diploid. Dies ist der Normalzustand aller Körperzellen. Man sieht aber leicht ein, daß es von dieser Regel Ausnahmen geben muß. Bei einem Befruchtungsvorgang verschmelzen ja nämlich die (männliche) Samenzelle und die (weibliche) Eizelle. Würden nun beide den diploiden Chromosomensatz mitbringen, so enthielte das Verschmelzungsprodukt (Zygote oder befruchtete Eizelle) die doppelte Anzahl von Chromosomen. Damit hätte die Natur jedoch gegen die Chromosomenregel verstoßen, wonach jeder Tier- und Pflanzenart eine bestimmte, exakt festgelegte Zahl von Chromosomen zukommt. Aus diesem Grund muß irgendwann in der Entwicklung eines Lebewesens eine Verringerung der ursprünglich diploiden Chromosomenzahl auf die Hälfte durchgeführt werden: Die Keimzellen, die bei der Befruchtung verschmelzen, dürfen nicht mehr ein Chromosomenpaar, sondern nur noch einzelne Chromosomenpartner enthalten (haploider

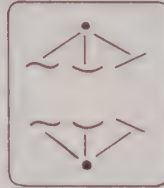
Prophase: ähnlich der Prophase der Mitose

Metaphase:



Die Chromosomen ordnen sich paarweise in der Äquatorialebene

Anaphase:



Die Chromosomen teilen sich nicht in Längsrichtung, sondern wandern als Ganzes zu den Polen der Zelle: Nur noch 3 Chromosomen an jedem Pol!

Telophase: ähnlich der Telophase der Mitose

Reduktionsteilung (Meiose)

Chromosomensatz). Diese Reduktion wird in einem ebenfalls genau festgelegten Teilungsvorgang erreicht, den man Meiose nennt. Die Meiose spielt sich nur beim Übergang einer (diploiden) Körperzelle zur (haploiden) Keimzelle ab, und zwar an den Orten der Keimzellbildung (Tiere: Hoden, Eierstöcke; Pflanze: Staubgefäße, Samenanlagen).

Schematisch betrachtet, kann man die Prophase der Meiose mit der Prophase der Mitose gleichsetzen. Der Unterschied liegt im wesentlichen in der Metaphase: Die Chromosomen ordnen sich nicht einzeln in der Äquatorialebene an, sondern legen sich paarweise aneinander, um sich erst in diesem Zustand in der Ebene aufzustellen. Während der Anaphase teilen sie sich auch nicht in der Längsrichtung, sondern die Partner weichen als Ganzes auseinander und begeben sich an die Pole der Zelle. Auf diese Weise erhält jede sich neu bildende Zelle nicht den diploiden Chromosomensatz (Chromosomenpaare), sondern nur den haploiden (einzelne Chromosomenpartner). Die Telophase verläuft wieder analog zu der der Mitose.

Fortpflanzung

Man unterscheidet die ungeschlechtliche (vegetative) Fortpflanzung von der geschlechtlichen. Ungeschlechtlich nennt man eine Fortpflanzung, wenn aus einem vorhandenen Individuum ohne Bildung von Keimzellen neue Individuen hervorgehen. Beispiele für ungeschlechtliche Fortpflanzung: Zweiteilung (vor allem bei Einzellern), Multiple Teilung (eine Zelle teilt sich gleichzeitig in mehrere neue, z. B. der Malariaerreger im roten Blutkörperchen), Knospung (beim Süßwasserpolyphen), Polyembryonie (Knospung an einem Keim, wodurch mehrere Nachkommen entstehen, z. B. bei Schlupfwespen), Brutknollen, Zwiebeln, Ausläufern (bei Pflanzen). Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung verschmelzen besondere Keimzellen miteinander zur Zygote.

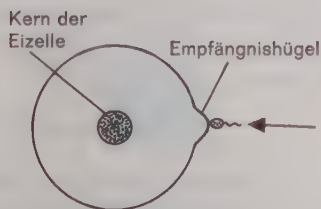
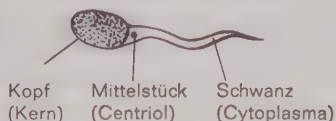
Die Normalform der geschlechtlichen Fortpflanzung ist die Kopulation. Ein Organismus erzeugt männliche Keimzellen, die mit den weiblichen Keimzellen eines anderen Organismus verschmelzen. Erst danach entsteht ein neues Lebewesen.



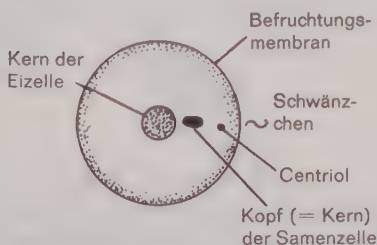
Bildung von Eizellen und Samenzellen
(Zahl der Chromosomen im Kern angegeben)

Geschlechtliche Fortpflanzung bei höheren Tieren (und beim Menschen): Zunächst müssen die Keimzellen gebildet werden. Im Eierstock des Weibchens spielen sich unmittelbar hintereinander eine Meiose und eine Mitose (1. und 2. Reifungsteilung) an einer Zelle ab, wodurch vier haploide Keimzellen (Eier) entstehen. Drei davon sind sehr klein und sterben als Richtungskörperchen

a) Samenzelle



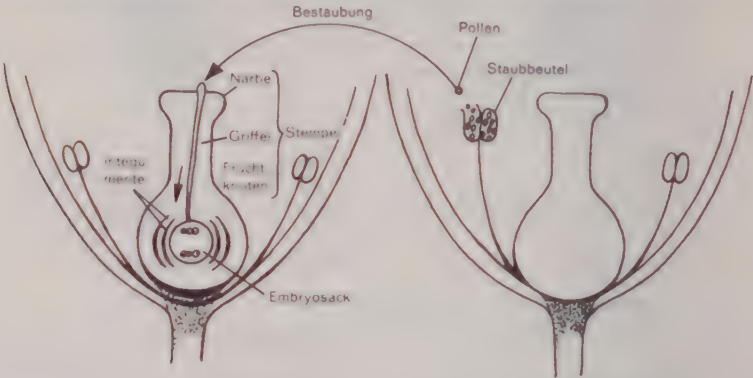
b) Samenzelle erreicht die Eizelle



c) Der Kopf der Samenzelle verschmilzt mit dem Kern der Eizelle

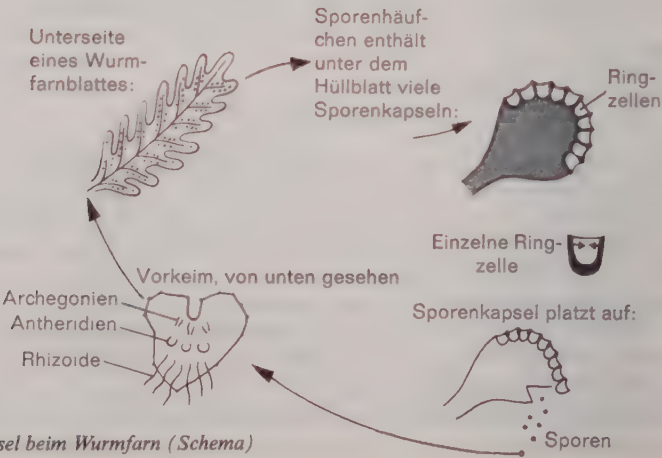
Die Befruchtung des Seeigel-Eies
(Samenzelle im Verhältnis zur Eizelle zu groß gezeichnet)

bald ab. Die vierte bleibt erhalten und kann befruchtet werden. Im Hoden des Männchens laufen grundsätzlich die gleichen Vorgänge ab, doch resultieren hieraus vier gleichwertige Keimzellen (Samenzellen, Spermien) von charakteristischer Gestalt (Kopf, Mittelstück und Schwanz). Gelangen die Samenzellen in die Nähe der Eizelle, so dringen sie in diese ein, befruchten sie. Allerdings dringt nur der Kopf (Kern) mit dem Mittelstück (Centriol) ins Innere vor. Der Schwanz (Cytoplasma) bleibt außerhalb liegen. In der Eizelle vereinigen sich der haploide Kern (Kopf) der Samenzelle mit dem haploiden Kern der Eizelle zur diploiden Zygote, dem Ausgangsstadium für die Entstehung eines neuen Individuums. – Bei Einzellern kann die ganze Zelle mit einer anderen kopulieren und verschmelzen. Auch hier muß aber in die Entwicklung eine Meiose eingeschaltet sein. Bei Pantoffeltierchen und einigen anderen Formen spricht man von einer Konjugation, da hier nicht die ganzen Zellen miteinander verschmelzen, sondern zwischen den beiden Zellen nur über eine Plasmabrücke hinweg Kernbestandteile ausgetauscht werden.



Bestäubung und Befruchtung bei einer bedecktsamigen Blütenpflanze

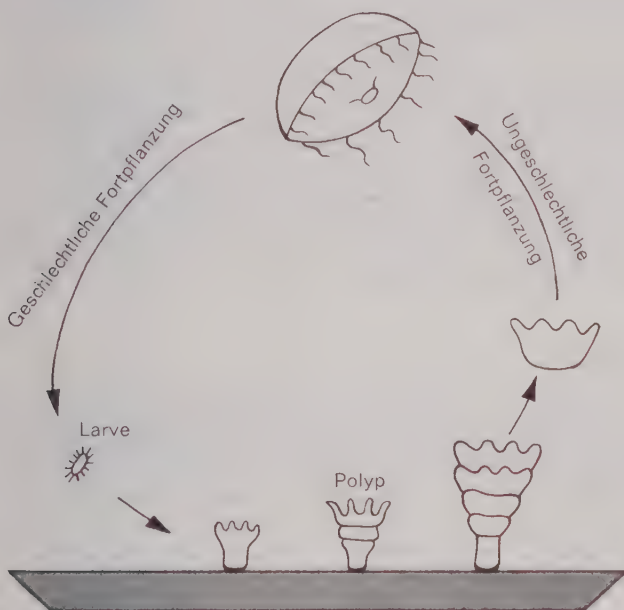
Geschlechtliche Fortpflanzung bei höheren Pflanzen: Hier bilden sich die weiblichen Keimzellen in der Samenanlage des Fruchtknotens, die männlichen Keimzellen in den Staubbeuteln der Staubgefäße. Der eigentlichen Befruchtung muß eine Bestäubung vorausgehen: Der Blütenstaub (Pollen) muß vom Wind oder von Insekten auf die Narbe der anderen Blüte übertragen werden. Erst dann wächst aus dem Pollen ein Pollenschlauch aus, dringt in die Samenanlage ein und



Generationswechsel beim Wurmfarne (Schema)

vollzieht dort die Befruchtung der Eizelle, die in einer anderen, besonders großen Zelle (Embryosack) eingelagert ist. Besondere Schutzhüllen (Integumente) umkleiden die Samenanlage. Bei einigen Tier- und Pflanzenarten kann sich eine Eizelle auch ohne Befruchtung durch eine männliche Keimzelle zu einem neuen Organismus entwickeln. Man betrachtet diese Erscheinung als Degeneration und bezeichnet sie als **Parthenogenese** (Jungfernzeugung).

Generationswechsel bei Hohltieren



Unter **Generationswechsel** versteht man die gesetzmäßige Aufeinanderfolge von geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Fortpflanzung. Beispiele: Eine Farnpflanze erzeugt ungeschlechtlich Sporen; diese bilden einen Vorkeim aus, auf dem sich männliche und weibliche Keimzellen entwickeln; erst nach deren (geschlechtlicher) Verschmelzung entsteht eine neue Farnpflanze. Der Wechsel Farnpflanze-Vorkeim ist obligatorisch. Manche Polypenarten erzeugen ungeschlechtlich Quallen; diese bilden männliche und weibliche Keimzellen aus; nach deren (geschlechtlicher) Verschmelzung entsteht über eine Larvenform ein neuer Polyp.

Keimesentwicklung

An die Befruchtungsvorgänge schließt sich die Keimesentwicklung an.

Keimesentwicklung bei höheren Tieren (und beim Menschen): Die diploide Zygote teilt sich mitotisch in zwei Zellen, diese bilden auf die gleiche Weise vier Zellen usw. Schließlich entsteht eine kompakte Kugel aus sehr vielen kleinen Zellen, die Morula (Maulbeerkeim). Bis zu diesem Stadium spricht man von der Furchung des Keimes. Im weiteren Verlauf wandern die Zellen vom Innern der Morula an die Oberfläche, so daß eine mit Flüssigkeit gefüllte Hohlkugel resultiert, die Blastula (Bläschenkeim). Durch Einstülpung bildet sich eine Art Becher, dessen Innenraum (Urdarm) durch den Urmund mit der Außenwelt in Verbindung steht. Denkt man sich einen Polypen (ohne Fangarme), so erhält man das Bild dieses Keimes, der Gastrula. Bis zum Gastrulastadium

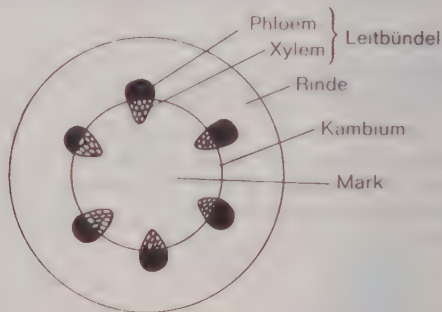
verläuft die Individualentwicklung aller Tiere sehr ähnlich. Erst anschließend differenziert sie sich auf verschiedene und zum Teil recht komplizierte Weise. Demnach sind Ekto- und Entoderm die primären Keimblätter, aus denen die späteren Organe gebildet werden. Vom Entoderm spaltet sich meist noch ein Mesoderm ab, das wegen seiner vielfältigen Potenzen den Charakter eines eigenen Keimblattes zugebilligt erhält.

Grundsätzlich entstehen bei allen Tieren die einzelnen Organe aus den gleichen Keimblättern. Aus dem Ektoderm bilden sich: Oberhaut mit Anhangsorganen (Haare, Fingernägel usw.), Nervensystem. Aus dem Entoderm bilden sich: Magen und Darm mit Anhangsorganen (Lunge als Vorderdarmanhang, Bauchspeicheldrüse, Leber usw.). Aus dem Mesoderm bilden sich: alle übrigen Organe wie etwa Blutgefäße, Knochen, Muskeln, Leder- und Unterhaut.

Keimesentwicklung bei höheren Pflanzen: Die diploide Zygote (befruchtete Eizelle im Embryosack der Samenanlage) läßt durch Teilungen einen kleinen Embryo (Keimling) aus sich hervorgehen. Gleichzeitig teilen sich andere Zellen und bilden ein nährstoffreiches Speichergewebe (Endosperm), in dem der Embryo eingebettet liegt. Die Integumente umschließen das Ganze als Samenschale. So ist der Samen entstanden: Er besteht aus Keimling (Embryo), Nährgewebe (Endosperm) und Samenschale. Der Keimling legt vor dem endgültigen Auswachsen eine Ruhepause ein (Samenruhe). In dieser Form kann der Samen über weite Strecken verfrachtet werden (Wind, Wasser), so daß die Verbreitung der Pflanzenart gesichert ist.

Gewebe und Organe

Die Umgestaltung des Keimes zum erwachsenen Individuum setzt eine Spezialisierung der Zellen voraus: Prinzip der Differenzierung und Arbeitsteilung. Verbände spezialisierter Zellen, die gemeinsame Aufgaben zu erfüllen haben, nennt man Gewebe. Beispiele: Muskel-, Nerven-, Knochen-, Knorpelgewebe bestehen jeweils aus ähnlichen oder gleichen Zellen mit gleicher Funktion. Unter Organen versteht man dagegen deutlich abgegrenzte Teile des Tier- und Pflanzenkörpers, die aus mehreren Geweben bestehen und ebenfalls ganz bestimmte Aufgaben erfüllen: Fortpflanzungs-



Schematischer Querschnitt durch den Stängel einer jungen Zweikeimblättrigen Pflanze

organe, Atmungsorgane usw. Vor allem bei Pflanzen unterscheidet man zwischen Bildungs- und Dauergeweben. Erstere setzen sich aus embryonalen, noch teilungsfähigen Zellen zusammen, die diese Eigenschaft der Vermehrung auch zeitlebens beibehalten. So sind die Vegetationspunkte an den Sproß- und Wurzelspitzen stets Bildungsgewebe. Das gleiche gilt für eine Schicht von Zellen, die bei Nacktsamigen und den meisten zweikeimblättrigen Bedecktsamigen Pflanzen im Stängel kreisförmig ausgebildet ist. Diese Schicht heißt Kambium. Es dient dem Dickenwachstum. Dauergewebe besteht dagegen aus differenzierten Zellen, die ihre Teilungsfähigkeit früher oder später verlieren. Charakteristische Dauergewebe des Pflanzenkörpers sind zum Beispiel die Leitgewebe, die für die Wasserleitung von unten nach oben sowie für den Transport gelöster Nährstoffe von

ben nach unten notwendig sind. Der Austausch zwischen Wurzel und Blättern erfolgt demnach bei höheren Pflanzen in speziellen Röhren, nicht im ganzen Stengel oder Stamm. Der Übergang in den Zustand des Dauergewebes wird bei Pflanzen vor allem durch die Ausbildung der dicken Zellwände begünstigt.

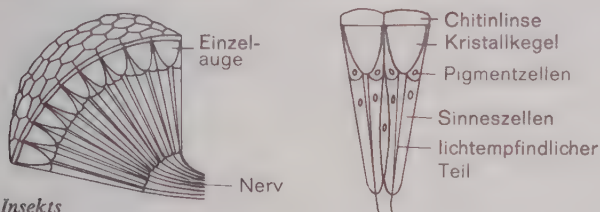
Physiologie

Die Physiologie ist die Lehre von den Funktionen der menschlichen, tierischen und pflanzlichen Organe. Nicht der Bau, sondern die biologische Aufgabe, die Arbeitsweise, stehen im Mittelpunkt der Betrachtung. Beispiel: Die Nervenphysiologie beschäftigt sich mit dem Bau der Nerven nur insoweit, als er für die Klärung der Nerventätigkeit von Bedeutung ist. Sie interessiert sich für die Art und Weise, in der Erregung im Nerv geleitet wird, und untersucht die Vorgänge in den Zentren und bei der Reizbeantwortung. Die Erregungsleitung in der Nervenzelle ist ein elektrisches Phänomen, bei dem eine Spannungsschwankung die Nervenfasern entlangläuft; erst beim Übergang von einer Nervenzelle auf die nächste wird ein chemischer Stoff gebildet, der die Mitteilung an die Nachbarzelle weitergibt. Über die Vorgänge im Gehirn und im Rückenmark ist noch sehr wenig bekannt.

Wir erwähnen noch einige andere Forschungsgebiete der Physiologie:

Sinnesphysiologie

Die herkömmlichen fünf Sinne (Sehen, Hören, Schmecken, Riechen, Tasten) werden wissenschaftlich noch weiter aufgegliedert. In allen Fällen nimmt ein Rezeptor (Sinneszelle) den Reiz auf und wandelt ihn in Nervenenergie um, die dann auf eben erwähnte Weise weitergeleitet wird. Im Gehirn oder einem entsprechenden Zentrum erfolgt dann die Auswertung der eingehenden Meldungen. – Die Sehorgane haben entwicklungsgeschichtlich starke Veränderungen durchgemacht.



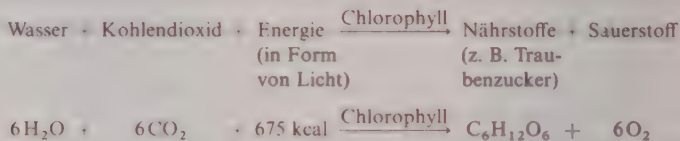
Das Netzauge eines Insekts

Heute sind das Netz- oder Facettenauge der Insekten einerseits und das Linsenauge der Säugetiere andererseits die leistungsfähigsten Formen. – Dem Hörorgan sind bei den Säugetieren noch Organe für die Erkennung des Gleichgewichtszustandes und der Drehrichtung angegliedert. Zu diesem Zweck ist das Innere Ohr bei den höchsten Entwicklungsstufen in drei Teile zerlegbar: Schnecke (Hörsinn), Vorhof (Gleichgewichtssinn), Bogengänge (Drehsinn). – Das Schmecken erfolgt bei den meisten Tieren mit der Zunge, doch kennt man auch Sinneszellen am Schwanz (manche Fische) oder an den Fußgliedern (manche Insekten). – Riechen ist Sache bestimmter Sinneszellen in der Nasenschleimhaut. Bei niederen Tieren ist die Unterscheidung vom Schmecken kaum möglich, man spricht dann zweckmäßig gemeinsam von einem chemischen Sinn. – Der Tastsinn der Haut wird meist von freien Nervenendigungen ausgeübt. Daneben gibt es Rezeptoren für Druck, Kälte, Wärme und Schmerz. – Auch Pflanzen nehmen Reize (Licht, Schwerkraft) wahr und beantworten diese sinnvoll.

Stoffwechselphysiologie

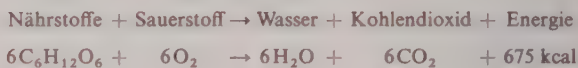
Unter Stoffwechsel versteht man ganz allgemein die Aufnahme, Umwandlung und Abgabe von Stoffen bei einem lebenden Organismus. Beispiele für Stoffwechselvorgänge:

Assimilation (Photosynthese) bei Pflanzen: Im Gegensatz zum Tier können sich die grünen Pflanzen ihre Nährstoffe (Zucker, Stärke, Eiweiß, Fett) aus anorganischen Stoffen (Wasser, Kohlendioxid, Salzen) selbst herstellen. Diesen Herstellungsprozeß nennt man Assimilation oder Photosynthese. Letztere Bezeichnung ist vorzuziehen, denn sie deutet gleichzeitig an, daß für diesen Vorgang Licht benötigt wird. Da der Prozeß nur in grünen Pflanzen abläuft, können sich zum Beispiel Pilze ihre Nährstoffe nicht selbst erzeugen. Das Chlorophyll, der grüne Blattfarbstoff, ist für die Photosynthese unbedingte Voraussetzung. Man kann den Assimilationsvorgang folgendermaßen zusammenfassen:



Der Vorgang verläuft in Wirklichkeit über viele Zwischenstufen, wobei Enzyme eine wichtige Rolle spielen. Der gebildete Traubenzucker wird sekundär in andere Nährstoffe umgewandelt. Die Bildung von Sauerstoff ist deshalb so wichtig, weil die Tiere und Menschen dieses Gas für ihre Atmung benötigen. Auch Pflanzen atmen zwar, doch ist stets ein Überschuß von Sauerstoff gewährleistet. Das benötigte Wasser entzieht die Pflanze dem Boden. Kohlendioxid entnimmt sie der Luft, worin dieses Gas in einer Konzentration von 0,03 Prozent enthalten ist. Die Salze gehen zwar in die Assimilationsgleichung nicht ein, sind jedoch für die Umwandlung der Primärprodukte in Sekundärprodukte (z. B. Eiweiß, das Stickstoff und Schwefel enthält) sehr bedeutungsvoll. – Es ist wichtig zu erkennen, daß die Photosynthese der entscheidende energiebindende Vorgang für alle biologischen Prozesse ist: Hier wird Sonnenenergie eingefangen und in Form chemischer Verbindungen (Zucker usw.) gespeichert. Bei Bedarf kann die Energie wieder freigesetzt werden (siehe Atmung). – Neben der Photosynthese gibt es in beschränktem Umfang auch noch andere Assimilationsarten, die ohne Licht auskommen. Wir sprechen in solchen Fällen von Chemosynthese, da die betreffenden Lebewesen die benötigte Energie chemischen Vorgängen (Verbrennungsreaktionen) entnehmen. Beispiel: Nitrobakterien oxydieren Ammoniakgas, das bei Fäulnisprozessen entsteht, zu sauerstoffhaltigen Verbindungen und gewinnen dadurch Energie. Die Ausbeute ist aber geringer als bei der Photosynthese.

Atmung: Während die Photosynthese auf die (grünen) Pflanzen beschränkt ist, findet man Atmung sowohl bei ihnen als auch bei Tieren und Menschen. Unter Atmung versteht man die Freisetzung gebundener Energie durch Oxydation chemischer Verbindungen. Als derartige Verbindungen bieten sich naturgemäß in erster Linie diejenigen an, die bei der Assimilation gebildet wurden: Nährstoffe wie Zucker, Stärke, Eiweiß und Fett. Somit erscheint die Atmung allgemein als Umkehrung der Assimilation und wird deshalb Dissimilation genannt:



Diese Umkehrung ist freilich nur formal der Assimilation gleichzusetzen, da die dabei entstehenden Zwischenprodukte sehr verschieden sind. Immerhin erkennt man aber, daß die gleiche Menge an Energie wieder frei wird, die bei der Photosynthese gebunden wurde. Atmungsvorgänge verlaufen gleichmäßig Tag und Nacht; photosynthetische Prozesse sind dagegen auf Licht angewiesen und spielen sich daher in der Natur nur am Tage ab. Die bei der Atmung gelieferte Energie tritt nur zum geringen Teil in Form von Wärme auf. Ein erheblicher Prozentsatz wird vom Organismus dazu verwendet, energieverbrauchende (endotherme) Vorgänge im Zellgeschehen durchzuführen. – Neben der erwähnten Atmung, bei der Sauerstoff nötig ist, gibt es noch eine andere Methode, Energie zu gewinnen, die immer dann angewendet wird, wenn kein Sauerstoff zur Verfügung steht. Diese Methode ist die Gärung oder intramolekulare Atmung. Es entsteht dabei aus dem Zuk-



Der Sonnentau ist eine fleischfressende Pflanze. Sie bewohnt nasse Moorwiesen im Voralpengebiet

Nachfolgende Seite: Versteinerte Ammoniten aus der Karbonzeit, ca. 250 Millionen Jahre alt ►

(Photo: Lilly Stunzi)

Wiesenschnecke









▲ Nashorn (ohne Ohren, mit einem Madenhacker

◄ Vorhergehende Seite: Kolibri, sie zählen zu den kleinsten Vögeln, und manche von ihnen wiegen nur 3 bis 4 g

▼ Siedleragame, eine in Afrika lebende Echsenart



er neben Kohlendioxid noch Alkohol (Alkoholische Gärung unter dem Einfluß der Hefe; wichtig für Brauereien und für den Backvorgang). Da die Energieausbeute hierbei sehr gering ist, müssen große Substratmengen vergoren werden.

Heterotropher Stoffwechsel bei Pflanzen: Grüne Pflanzen sind autotroph, d. h. sie können die benötigten Nährstoffe selbst durch Photosynthese herstellen. Pflanzen ohne Chlorophyll (sowie alle Tiere und Menschen) sind heterotroph, d. h. sie sind auf die Zufuhr von Nährstoffen angewiesen, können diese selbst nicht produzieren. Beispiel: Pilze, auch die Bakterien. Manche dieser heterotrophen Organismen ernähren sich unmittelbar von den Zersetzungsprodukten toter Tiere und Pflanzen (Fäulnisbewohner oder Saprophyten, zum Beispiel viele Schimmelpilze), oder sie entziehen lebenden Wirten diese Stoffe (Parasiten oder Schmarotzer, zum Beispiel krankheits-erregende Bakterien im Menschen). Besondere Spezialisten sind die Fleischfressenden Pflanzen (Sonnentau, Fettkraut, Venusfliegenfalle, Wasserschlauch, Kannenpflanze). Sie halten Insekten oder andere kleine Tierchen mit speziellen Hilfseinrichtungen fest, töten und verdauen sie durch Enzymeinwirkung.

Verhaltenslehre

Die Verhaltenslehre ist eine relativ junge Wissenschaft und beschäftigt sich mit den „psychischen“ Vorgängen im Tier. Aus diesem Grund ist auch die Bezeichnung Tierpsychologie gebräuchlich. Heute spricht man meist von Ethologie als der mit exakten Methoden betriebenen Verhaltensforschung. In neuerer Zeit tritt immer mehr der Vergleich von Mensch und Tier in den Vordergrund. Im folgenden werden einige Gesichtspunkte ethologischer Betrachtung ausgewählt.

Es ist zunächst nötig, den Verstand vom Instinkt zu unterscheiden. Verstandeshandlungen können dank bestimmter Denkvorgänge vorausgeplant und wechselnden Umweltbedingungen angepaßt werden. Das Individuum entwirft gewissermaßen im Geist ein Bild des zukünftig Ablaufenden: Vorausdenken ist Grundlage des verständigen, einsichtigen Handelns. Beim Instinktverhalten haben wir dagegen meist eine starr nach ererbten Gesetzen ablaufende Handlungsfolge vor uns, die durch bestimmte innere und äußere Reize ausgelöst wird. Als innere Reize können Nervenreaktionen (Hungergefühl) oder Hormonwirkungen (Sexualverhalten) fungieren. Zu den inneren Reizen müssen die äußeren hinzutreten. Sie lassen sich gliedern in taktile (ein junger Kuckuck wirft alle Gegenstände, die seine Rückenhaut berühren, über den Nestrand), optische (ein Huhn flieht beim Anblick eines Greifvogels), chemische (Schmetterlingsmännchen werden vom Duft der Weibchen angelockt) und akustische (Heuschreckenweibchen lassen sich durch das Zirpen der Männchen anlocken). Ein Instinktverhalten besteht meist aus einer Kette von mehreren Teilhandlungen, die sinnvoll aneinandergereiht sind. Hierbei wird jede Teilhandlung durch spezifische Außenreize (Schlüsselreize) ausgelöst. Beispiel: Das Balzverhalten eines Stichlingsmännchens läuft nur ab, wenn ein entsprechendes Weibchen während der Brutzeit die hierzu nötigen Schlüsselreize liefert (Reiz- und Instinktketten).

In besonderen Fällen kann das Gleichgewicht zwischen inneren und äußeren Reizen gestört sein. Löst man bei einem Tier ein Instinktverhalten mehrere Male hintereinander aus, so sinkt die Bereitschaft zur Ausführung: Der Trieb (innerer Reiz) wird „aufgezehrt“. Es bedarf dann übergroßer äußerer Reize (Schlüsselreize), um das Verhalten noch einmal in Gang zu bringen. Beispiel: Die Bereitschaft zur Kopulation nimmt nach dem Coitus ab. Man spricht von zentraler Ermüdung. – Hindert man andererseits ein Tier längere Zeit an der Ausübung eines Instinktverhaltens, so läuft die Handlungsweise schließlich auch ohne äußeren Reiz ab. Beispiel: Singdrosseln, die keine Gehäuseschnecken zu fressen bekommen, nehmen nach einiger Zeit Steinchen in den Schnabel und schlagen sie heftig auf den Boden, wie sie dies mit Schnecken tun würden. Man nennt solche Verhaltensweisen Leerlaufhandlungen. – Liegen in einem Tier zwei gegensätzliche Verhaltensweisen im Konflikt miteinander („weiß das Tier nicht, was es machen soll“), so springt das Verhalten nicht selten in einen ganz anderen, hier im übrigen nicht aktivierten Instinktkomplex über (Über-

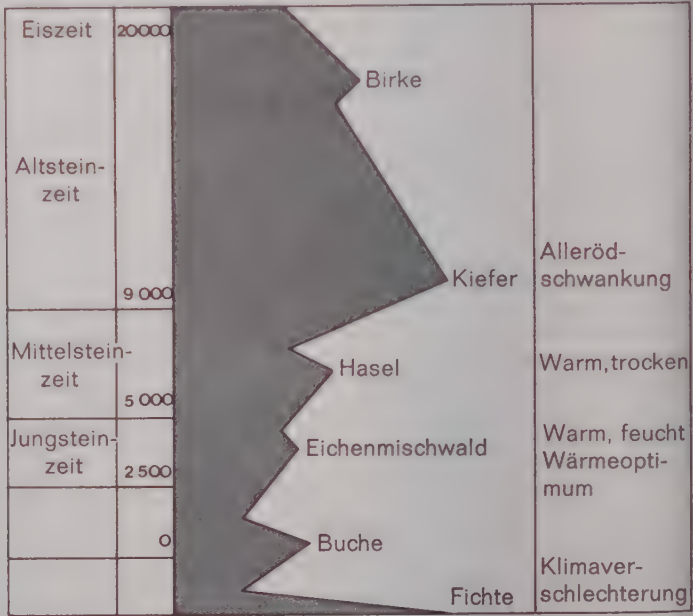
sprunghandlung). Beispiel: Zwei Haushähne, die sich gegenseitig drohen, schwanken zwischen Flucht und Angriff; im Übersprung picken sie wie zur Futtersuche mit dem Schnabel kurz am Boden, obwohl diese Verhaltensweise keinesfalls in den gegenwärtig ablaufenden Instinktkomplex (Angriff oder Flucht) hineinpaßt.

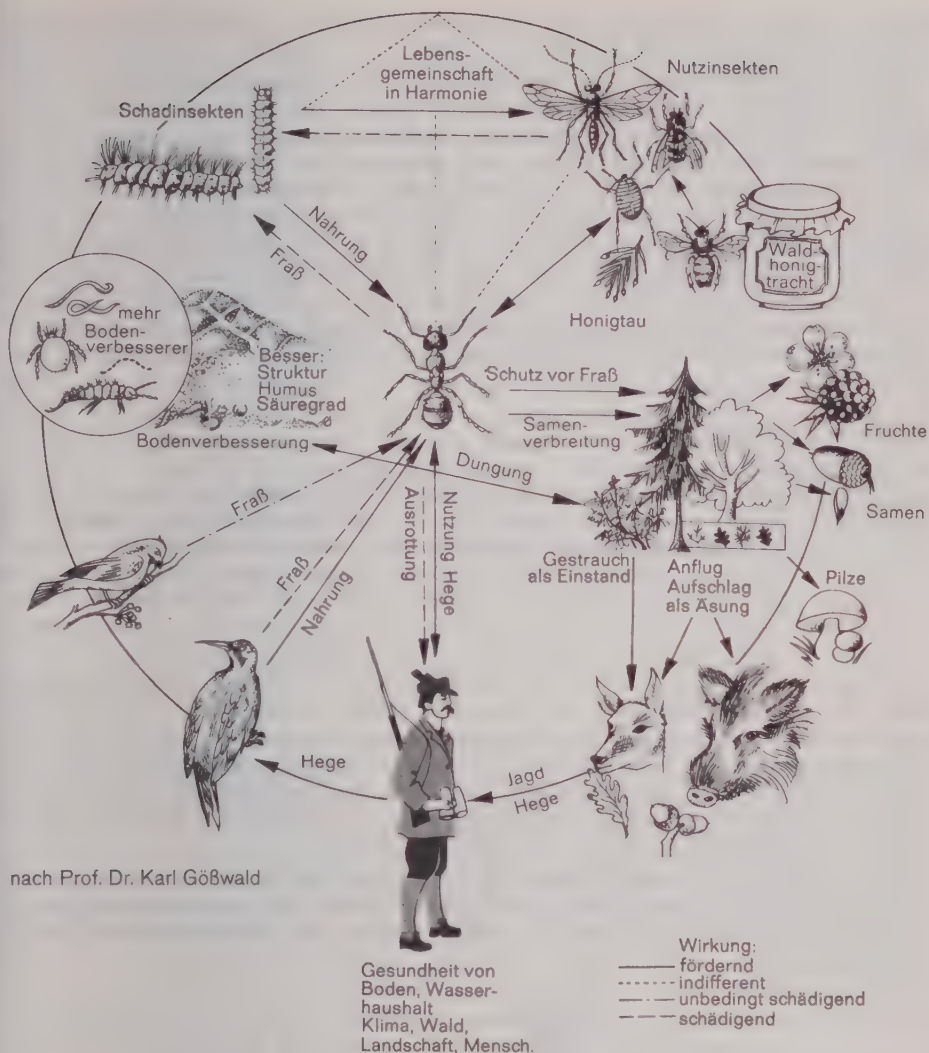
Von Verstandes- und Instinkthandlungen muß man streng den Lernvorgang unterscheiden. Als Lernen kann man die durch Umweltreize bedingte mehr oder weniger anhaltende Abwandlung angeborener Verhaltensweisen bezeichnen. Beispiele für künstlich beeinflußtes Lernen sind die Dressuren an Zirkustieren: Ein Löwe springt durch brennende Reifen, obwohl er dies angeborenermaßen nie tun würde. Wichtiger aber ist, daß Tiere auch unter natürlichen Bedingungen vielerlei lernen: Die Nachtigall muß den typischen Gesang von Artgenossen übernehmen; hört sie ihn nicht, so fehlt er später. Besonders interessant ist das Erlernen und die strikte Einhaltung der Rangordnung in einer Schar (Dohlen, Wölfe). Als Prägung bezeichnet man eine Sonderform des Lernens, bei der die aktive Phase (die Zeit, in der gelernt werden kann) auf eine ganz kurze Periode im Jugendalter beschränkt bleibt. Beispiel: Junge Graugänse folgen demjenigen großen, bewegten Gegenstand („Muttertier“), den sie im Anschluß an das Schlüpfen aus dem Ei als erstes sehen. Die Verhaltensforschung hat zeigen können, daß im Tier gewisse Grundlagen für einsichtige Handlungen gegeben sind (Menschenaffen, Delphine). Sie sind nicht nur Lernvorgängen, sondern auch einfachen Verstandesleistungen im Sinn obiger Definition zugänglich. Andererseits lebt auch im Menschen noch viel Instinktives, das sich nicht nur in der Kinderzeit (Greif-, Saugreflexe des Säuglings) bemerkbar macht, sondern auch in späteren Jahren erhalten bleibt (Unterbewußtsein, Triebleben).

Ökologie

Die Ökologie bezeichnet man gern als Lehre vom Haushalt der Natur. Besser spricht man jedoch von einer Wissenschaft, die sich das Aufdecken der Wechselbeziehungen eines Lebewesens zu seiner Umwelt zur Aufgabe gemacht hat. Hierbei ist Umwelt im weitesten Sinn des Wortes gemeint. So befaßt sich die Ökologie beispielsweise mit den Einflüssen von Boden und Klima auf eine Pflanzenart, prüft aber auch, welche Rolle andere Pflanzen, tierische Feinde oder Symbionten

Die Vegetation
Süddeutschlands nach dem
Eisrückgang (auf Grund
von Pollenanalysen),
stark vereinfacht





Die Ameise als Glied der Lebensgemeinschaft Wald

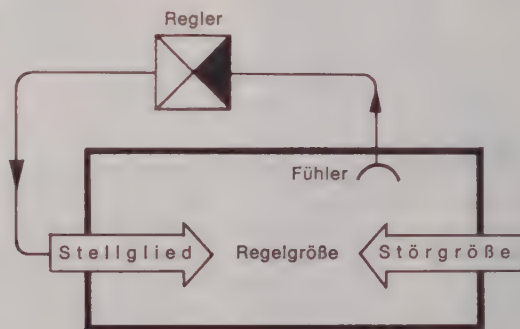
spielen. Wegen der intensiven Verflechtung all dieser Einflüsse ist es vorerst kaum möglich, den Gesamtkomplex qualitativ und vor allem quantitativ wissenschaftlich zu erfassen (Synökologie). Lebensbereiche mit relativ einheitlichen Umweltbedingungen bezeichnet man als Lebensstätten (Biotope). Beispiele: Teich, Wald, Wüste. Die Pflanzen und Tiere eines bestimmten Biotops bilden eine Lebensgemeinschaft (Biozönose), in der sich ein biologisches Gleichgewicht zwischen den Einzelindividuen ausbildet. Wird dieses Gleichgewicht von außen gestört, so stellt es sich bis zu einem gewissen Grad selbst wieder ein. Beispiel: Vermehren sich in einem Feld die Mäuse, so vermehren sich auch deren Feinde, und der Ausgangswert ist bald wieder erreicht. Gegenüber allzu intensiven Störungen, wie sie der Mensch heute vielfach in die Biozönosen trägt, ist die natürliche Regulation machtlos; die Lebensgemeinschaft gerät ins Wanken. Beispiel: Die Einfuhr von Nagetieren (Kaninchen) nach Australien hat die dortige Biozönosen stark verändert und manche Tiere zum Aussterben verurteilt.

Besondere Formen des Zusammenlebens: Parasitismus (Schmarotzertum), bei dem ein Organismus als Parasit auf Kosten eines anderen, des Wirtes, lebt. Beispiel: Bandwurm (als Parasit) im Menschen (als Wirt). Im Fall einer Symbiose leben zwei Organismen zu gegenseitigem Nutzen beieinander. Beispiel: Pilz (liefert Wasser) und Alge (liefert Nährstoffe) in der Flechte. Natürliche Veränderungen von Lebensräumen: Auch ohne Einwirkung des Menschen ändern sich Biotope mit der Zeit. Teiche verlanden und wandeln sich in Flachmoore, Hochmoore und schließlich Heideflächen um. Während der letzten Eiszeit waren weite Teile Europas zur Tundra geworden; erst allmählich wanderten die verdrängten Pflanzen entsprechend den klimatischen Bedingungen wieder ein, und zwar nach der Reihenfolge Birke, Kiefer, Hasel, Eiche, Buche, Fichte. Diese Untersuchungen wurden vor allem mit Hilfe der Pollenanalyse durchgeführt, bei der man die in Torfmooren abgelagerten Pollen der betreffenden Pflanzen auszählte. Für manche Veränderungen im Tier- und Pflanzenbestand hat man bis heute keine Erklärung. Beispiel: Die Türkentaube eroberte – von Vorderindien kommend – den Orient, Europa und Ostasien.

Biologische Kybernetik

Im Jahre 1948 veröffentlichte der Mathematiker Norbert Wiener ein Buch mit dem Titel „Cybernetics“. Hiervon leitet sich die Bezeichnung für eine neue Wissenschaft, die Kybernetik, ab. Genauer gesagt, ist die Kybernetik keine eigene Disziplin, sondern eher ein allgemeines Wissenschaftsprinzip, das sich auf verschiedene Fachgebiete anwenden läßt und sie verknüpft, indem sie sie auf das Wesentliche reduziert. In jedem Fall untersucht sie sogenannte Regelungsvorgänge, die mit Hilfe der Informationstheorie überwacht werden. So ist die Kybernetik („Steuerungslehre“) im Grunde eine mathematische Vertiefung verschiedenster Themenkreise aus den Bereichen der Nachrichtentechnik, Elektronik, Biologie, Physik, Psychologie, Soziologie usw. Anders ausgedrückt: Die Kybernetik sollte fähig sein, dynamische Abläufe in Technik und Naturwissenschaften mit mathematischem Rüstzeug quantitativ zu untersuchen. Beispiel: Die kybernetischen Betrachtungen sind bei folgenden, äußerlich recht verschiedenen Vorgängen die gleichen: Ventilregulierung eines unter Druck stehenden Dampfkessels, Anregung der Hormonausscheidung aus der Bauchspeicheldrüse, Übersetzung eines Fremdsprachentextes durch eine Maschine. Hier beschränken wir uns auf die Anwendung im biologischen Bereich.

Die Kybernetik benutzt für ihre Untersuchungen feststehende Begriffe wie Regelgröße, Störgröße, Fühler, Regler, Stellglied usw. Sie werden im Gang der Untersuchung mathematisch miteinander in Beziehung gesetzt. Wir verzichten auf exakte Erfassung und erläutern an zwei Beispielen lediglich das Prinzip.



Beispiel für einen Regelkreis. Erklärung im Text

Ein Autofahrer durchfährt eine Kurve mit konstantem Kurvenradius. Er braucht demnach eigentlich nur zu Anfang das Lenkrad in bestimmter Weise einzuschlagen und kann dann auf Korrekturen verzichten. In der Praxis wird sich aber durch verschiedene Umstände (Seitenwind,

schlechte Fahrbahn) die Notwendigkeit zur Veränderung des Lenkradeinschlags ergeben. Nennen wir die Einhaltung der korrekten Kurvenkrümmung die zu regelnde Größe (Regelgröße), so verändern die äußeren Einflüsse (Störgröße) deren Wert. Es ist Aufgabe des Fahrers, mit den Augen (Fühler) die Abweichungen vom jeweiligen Sollwert als Istwert zu registrieren und im Gehirn (Regler) zu verarbeiten. Dort errechnet sich ein Korrekturwert (Stellgröße), der auf dem Weg über das Nervensystem dem Arm und damit der Lenkung des Wagens (Stellglied) zugeführt wird. Auf diese Weise gelangt das Auto durch die Kurve. Derartige Untersuchungen lassen im Prinzip die Folgen einer zu trägen Informationsübertragung erkennen. Arbeitet zum Beispiel das Gehirn (Regler) zu langsam, so wird die Abweichung vom Sollwert zu groß, bis die Korrektur eintritt. Die Gegenreaktion schießt dann über das Ziel hinaus, es kommt zu einem „Aufschaukeln“ fehlerhafter Reaktionen, das Auto gerät ins Schleudern.

Ein zweites Beispiel sei der Stoffwechselkybernetik entnommen. Der Blutzuckerspiegel wird von dem Hormon Insulin aus der Bauchspeicheldrüse konstant gehalten. Der normale Blutzuckerspiegel ist die zu regelnde Größe (Regelgröße). Essen wir eine süße Speise (Störgröße), so steigt der Zuckergehalt im Blut; der Istwert weicht vom Sollwert ab. Dies registriert ein bestimmter Hirnabschnitt (Fühler), der auf dem Weg über das Nervensystem (Regler) unter Errechnung der benötigten Menge Insulin (Stellgröße) die Bauchspeicheldrüse aktiviert (Stellglied). Das ausgeschüttete Insulin wandelt Zucker in Stärke um und speichert den Nahrungsstoff in der Leber. Ein ähnlicher Regelkreis tritt in Aktion, wenn der Blutzuckerspiegel unter den Normalwert absinkt (Regelkreis über das Hormon Adrenalin des Nebennierenmarks). Auch hier kann es zu Fehlleistungen kommen, was dann zur Zuckerkrankheit (Diabetes) führt.

Schädlingsbekämpfung

Bei der Schädlingsbekämpfung handelt es sich um einen Bereich der Angewandten Biologie, speziell der Ökologie. Die Schädlingsbekämpfung ist in der unberührten Naturlandschaft kein Problem, da sich – wie schon früher erwähnt – in einer Biozönose das biologische Gleichgewicht im allgemeinen von selbst reguliert. Beachtung erlangte das Gebiet erst beim Übergang zur intensiv genutzten Kulturlandschaft. Dadurch, daß Pflanzen, die bestimmten Schädlingen als Nahrung oder Nistgelegenheit dienen, in nahem räumlichen Kontakt angebaut wurden, konnten sich die Schädlinge stark vermehren. Sie fanden ja genügend Futter und ausreichend Brutstätten. Natürliche Feinde wurden durch die neuen Anbaumethoden (Monokulturen) weitgehend ausgeschaltet. Beispiel: Beim Übergang vom Mischwald zum reinen Nadelwald im vorigen Jahrhundert verloren die Singvögel als Vertilger schädlicher Insekten ihren angestammten Lebensraum, während etwa Kiefernspinner oder Nonne ideale Vermehrungsmöglichkeiten geboten bekamen. Die Folge war eine Vernichtung vieler Waldgebiete.

Man versuchte zunächst, die Schädlinge chemisch zu bekämpfen. Durch Einsatz giftiger Stoffe kann man sie vernichten. In keinem Fall erstreckt sich die Giftwirkung jedoch ausschließlich auf die zu bekämpfenden Arten. Stets fallen auch andere, nützliche Insekten den Maßnahmen zum Opfer. Nicht selten werden Vögel und Säugetiere, manchmal auch Menschen geschädigt. Die immer intensivere Nutzung der Landflächen hat in den letzten Jahrzehnten zu immer stärkerem Einsatz von Insektiziden (chemischen Schädlingsbekämpfungsmitteln) geführt, so daß man in neuerer Zeit bestimmte Gifte verboten hat (DDT, Endrin). Ein Nachteil der chemischen Bekämpfung ist auch die Tatsache, daß sie zwar gegen die meisten Individuen einer Schädlingsart wirken, einige von diesen aber resistent sind und daher nicht abgetötet werden können. Gerade die resistenten Restbestände vermehren sich aber um so stärker, so daß die Bekämpfung nach einiger Zeit ihren Erfolg einbüßt. Es müssen dann neue Mittel gefunden werden.

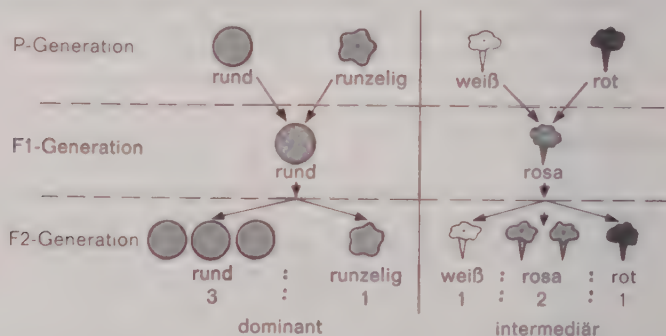
Man wird zwar auch in Zukunft nicht ohne Chemikalien auskommen, doch versucht man, in zunehmendem Maße biologische Methoden anzuwenden. Schon früher hat man gegen Schildläuse Marienkäferchen und deren Larven als natürliche Feinde eingesetzt. Neuerdings versprechen synthetisch erzeugte Lockstoffe, die normalerweise von Weibchen bestimmter Insektenschädlinge

(zum Beispiel Schwammspinner) abgeschieden werden, praktische Erfolge: Man kann damit die Männchen in Fallen locken und töten.

Besonders interessant ist das Autizid-Verfahren. Es wurde erstmals bei der amerikanischen Schraubenwurmflye (*Callitroga*) angewendet, die ihre befruchteten Eier an Rinder und Schafe ablegt und deren Tod verursacht. Man ging von dem Gedanken aus, daß eine große Zahl von künstlich aufgezogenen und durch radioaktive Strahlung sterilisierten Männchen die in der Natur vorkommenden Männchen bei der Begattung der Weibchen verdrängen müßten. Die Folge wären unbefruchtete Eier, die sich nicht entwickeln könnten. Die Versuche, die zunächst auf der Insel Curaçao, später in Florida und Texas durchgeführt wurden, hatten vollen Erfolg. Gegenwärtig ist man dabei, das Verfahren auch auf andere Schädlinge (Melonenfliege) zu übertragen.

Klassische und molekulare Genetik

Die Genetik (Vererbungslehre) befaßt sich mit den Gesetzmäßigkeiten, die bei der Übertragung körperlicher, geistiger und charakterlicher Merkmale von einer Generation auf die folgenden Generationen auftreten. Die klassischen Versuche führte Gregor Mendel 1865 aus. Er benutzte für seine Experimente vor allem Erbsen. Die Ergebnisse blieben weitgehend unbekannt. Erst 1900 entdeckten Correns, Tschermak und de Vries die Zusammenhänge neu, die heute als Mendelsche Gesetze bezeichnet werden.



Ein Vergleich dominanter Vererbung (bei Erbsen) und intermediärer Vererbung (bei Wunderblumen)

Erstes Mendelgesetz

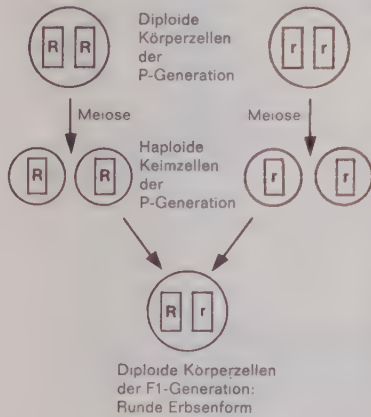
Kreuzt man reinrassige Individuen, die sich nur in einem Merkmal unterscheiden, so ist die nächste (F1-)Generation im Hinblick auf dieses Merkmal gleichartig.

Mendels Verdienst war es, zunächst aus den vielen Merkmalen nur eines (zum Beispiel die Blütenfarbe) herausgegriffen und genau verfolgt zu haben. Zweitens hat er das Augenmerk auf die Reinrassigkeit der Versuchsubjekte gelenkt: Eine (zum Beispiel) rot blühende Erbsenpflanze muß schon über viele Generationen hin stets rot blühend gewesen sein. Man unterscheidet die intermediäre Vererbung, bei der das Merkmal in der F1-Generation hinsichtlich der Elterngeneration (P-Generation) in der Mitte steht (aus rot und weiß wird rosa), von der dominanten Vererbung, bei der eines der beiden Merkmale in der F1-Generation allein in Erscheinung tritt (zum Beispiel rot).

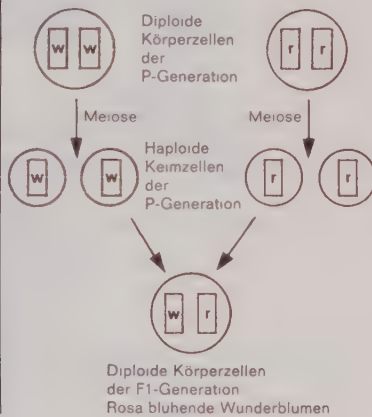
Zweites Mendelgesetz

Kreuzt man Individuen der F1-Generation miteinander, so ist die F2-Generation nicht mehr gleichartig, sondern spaltet sich in einem bestimmten Zahlenverhältnis auf (bei intermediärer Vererbung im Verhältnis 1 : 2 : 1, bei dominanter Vererbung im Verhältnis 3 : 1), wobei die Merkmale der P-Generation wieder rein zum Vorschein kommen.

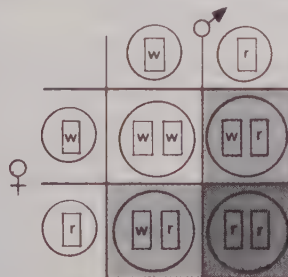
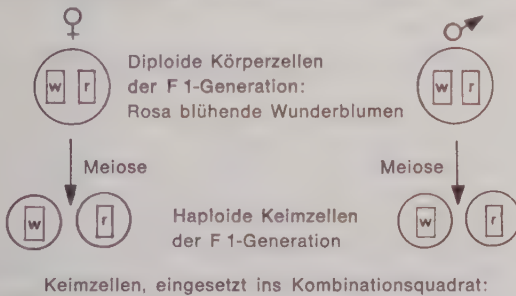
Dominante Vererbung
 R = Anlage «runde Erbse» (dominant)
 r = Anlage «runzelige Erbse» (rezessiv)



Intermediäre Vererbung
 w = Anlage «weiße Blüte»
 r = Anlage «rote Blüte» } der Wunderblume



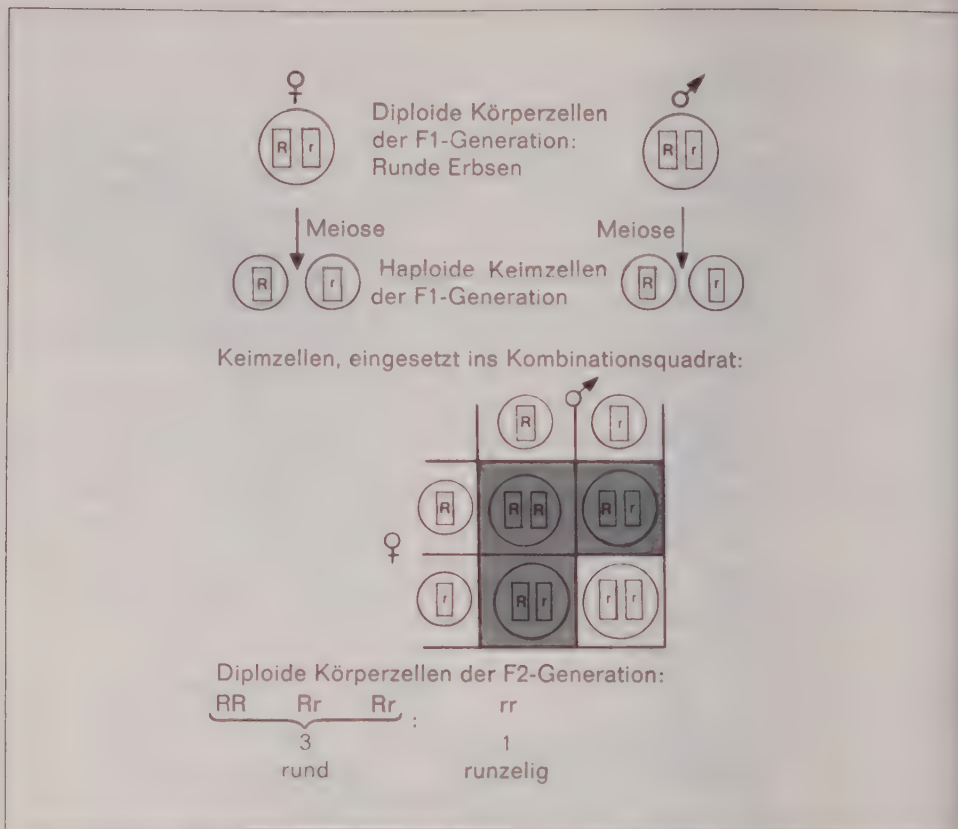
Die 1. Mendelregel nach der Chromosomentheorie. Erklärung im Text



Diploide Körperzellen der F2-Generation

ww	:	wr	:	rr
1	:	2	:	1
weiß		rosa		rot

Die 2. Mendelregel nach der Chromosomentheorie. Intermediäre Vererbung. Erklärung im Text



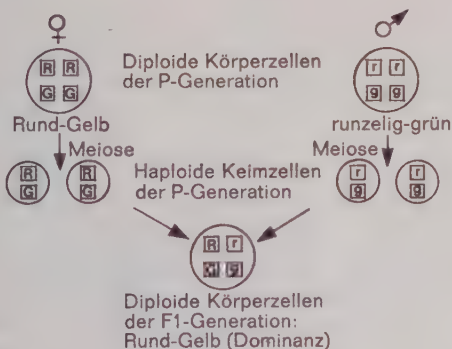
Die 2. Mendelregel nach der Chromosomentheorie. Dominante Vererbung

Drittes Mendelgesetz

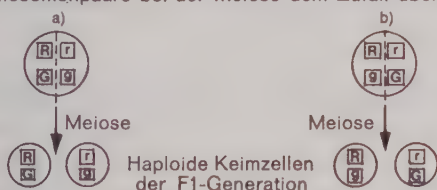
Kreuzt man reinrassige Individuen miteinander, die sich in mehreren Merkmalen unterscheiden, so kombinieren sich die Merkmale unabhängig voneinander, wobei für jedes einzelne die Aussagen des ersten und zweiten Mendelgesetzes gültig bleiben.

Diese Gesetzmäßigkeiten lassen sich zwanglos deuten, wenn man annimmt, daß die Erbanlagen, die für die Merkmale verantwortlich sind, in den Chromosomen des Zellkerns liegen (Chromosomentheorie der Vererbung). Die diploiden Körperzellen reinrassiger Individuen enthalten hier-nach in den homologen Chromosomen (in den beiden gleichgestalteten Chromosomen) an entsprechender Stelle die gleichen Erbanlagen. Die stofflichen Äquivalente einer Erbanlage nennt man Gene und stellt sie sich perlschnurartig in Längsrichtung des Chromosoms aufgereiht vor. Man versteht dann auch, warum Mitose und Meiose so streng geregelt ablaufen: Hierbei müssen die Erbanlagen der Chromosomen genau auf die Tochterzellen verteilt werden. Teilt sich eine diploide Körperzelle durch Meiose in zwei haploide Keimzellen, so erhält jede Keimzelle eine Erbanlage zugewiesen. Bei der Verschmelzung mit der Keimzelle des anderen Geschlechts während der Befruchtung treten zwei Erbanlagen wieder zusammen. So ergibt sich bei intermediärer Vererbung die Mittelstellung. Bei dominanter Vererbung muß man annehmen, daß der eine Partner den anderen an der Verifizierung seines Merkmals hindert.

Die gleichen Überlegungen kann man anwenden, wenn man das zweite Mendelgesetz nach der Chromosomentheorie erklären will. Man muß dabei in Rechnung setzen, daß alle in einer Gene-



Hiervon bilden sich vier Sorten von Keimzellen, da die Aufstellung der Chromosomenpaare bei der Meiose dem Zufall überlassen bleibt:



Bei der Befruchtung einer Eizelle bestehen demnach folgende Kombinationsmöglichkeiten:

		$\begin{matrix} \text{R} \\ \text{G} \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{r} \\ \text{g} \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{R} \\ \text{g} \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{r} \\ \text{G} \end{matrix}$
	$\begin{matrix} \text{R} \\ \text{G} \end{matrix}$	1 $\begin{matrix} \text{R} & \text{R} \\ \text{G} & \text{G} \end{matrix}$	2 $\begin{matrix} \text{R} & \text{r} \\ \text{G} & \text{g} \end{matrix}$	3 $\begin{matrix} \text{R} & \text{R} \\ \text{G} & \text{g} \end{matrix}$	4 $\begin{matrix} \text{R} & \text{r} \\ \text{G} & \text{G} \end{matrix}$
	$\begin{matrix} \text{r} \\ \text{g} \end{matrix}$	5 $\begin{matrix} \text{R} & \text{r} \\ \text{G} & \text{g} \end{matrix}$	6 $\begin{matrix} \text{r} & \text{r} \\ \text{g} & \text{g} \end{matrix}$	7 $\begin{matrix} \text{R} & \text{r} \\ \text{g} & \text{g} \end{matrix}$	8 $\begin{matrix} \text{r} & \text{r} \\ \text{G} & \text{g} \end{matrix}$
♀	$\begin{matrix} \text{R} \\ \text{g} \end{matrix}$	9 $\begin{matrix} \text{R} & \text{R} \\ \text{G} & \text{g} \end{matrix}$	10 $\begin{matrix} \text{R} & \text{r} \\ \text{g} & \text{g} \end{matrix}$	11 $\begin{matrix} \text{R} & \text{R} \\ \text{g} & \text{g} \end{matrix}$	12 $\begin{matrix} \text{R} & \text{r} \\ \text{G} & \text{g} \end{matrix}$
	$\begin{matrix} \text{r} \\ \text{G} \end{matrix}$	13 $\begin{matrix} \text{R} & \text{r} \\ \text{G} & \text{G} \end{matrix}$	14 $\begin{matrix} \text{r} & \text{r} \\ \text{G} & \text{g} \end{matrix}$	15 $\begin{matrix} \text{R} & \text{r} \\ \text{G} & \text{g} \end{matrix}$	16 $\begin{matrix} \text{r} & \text{r} \\ \text{G} & \text{G} \end{matrix}$

Rund-Gelb: Felder 1, 2, 3, 4, 5, 9, 12, 13, 15 = 9 Felder
 runzelig-Gelb: Felder 8, 14, 16 = 3 Felder
 Rund-grün: Felder 7, 10, 11 = 3 Felder
 runzelig-grün: Feld 6 = 1 Feld

Verhältnis 9:3:3:1



Die Vererbung des Geschlechts nach dem Rückkreuzungsschema

ration gebildeten Keimzellen die gleichen Chancen für eine Verschmelzung mit irgendeinem Partner vorfinden. Behält man dies im Auge, so ergeben sich die erwähnten Zahlenverhältnisse von selbst.

Auch das dritte Mendelgesetz wird über die gleichen Gedankengänge erklärbar. Man muß lediglich beachten, daß die Gene für die beiden verschiedenen Merkmale nicht im gleichen Chromosom liegen dürfen (Wäre dies der Fall, so hätte die freie Kombinierbarkeit aufgehört; die Anlagen blieben stets beieinander: Anlagekoppelung als Ausnahme vom dritten Mendelgesetz!). Unterstellt man aber freie Kombinierbarkeit, so bilden sich bei der Meiose der F₁-Körperzellen vier verschiedene Sorten von haploiden Keimzellen. Deren Verschmelzung mit den entsprechenden vier Sorten eines Geschlechtspartners führt zu 16 Möglichkeiten, innerhalb deren das Zahlenverhältnis (1 : 2 : 1 bzw. 3 : 1) für jedes einzelne Merkmal verwirklicht ist.

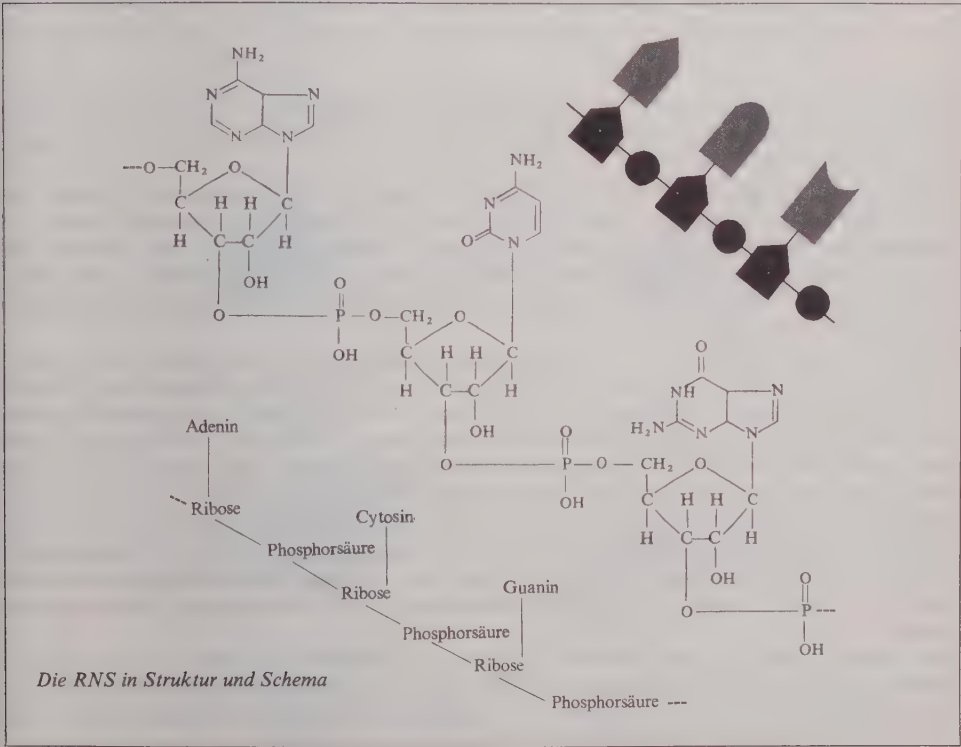
Liegen mehrere Gene in ein und demselben Chromosom, so bleiben die dazugehörigen Merkmale gekoppelt. Nur bei den selten auftretenden Chromosomenbrüchen kann es zu einer Trennung kommen. Dem amerikanischen Genetiker Morgan gelang es – vor allem durch Arbeiten an der Taufliege *Drosophila* –, durch Auszählung solcher Chromosomenbrüche, die mit einem Erbfaktorenaustausch verbunden waren, die Lage der Gene in den Chromosomen exakt zu bestimmen (Faktorenkarten für die Chromosomen von *Drosophila*). Als Prinzip diente hierbei die Überlegung: Je weiter zwei Erbanlagen in einem Chromosom voneinander entfernt liegen, desto häufiger werden sie voneinander getrennt werden, da ja die Chance für einen Chromosomenbruch größer ist.

Für die Vererbung des Geschlechts ist ein besonderes Geschlechtschromosomenpaar verantwortlich. Gene, die darauf liegen, werden geschlechtsgebunden vererbt (Beispiel: Bluterkrankheit bei Männern). Die Zahl der Männchen und die Zahl der Weibchen halten sich bei vielen Tieren (und auch beim Menschen) annähernd die Waage (ungefähr Verhältnis 1 : 1). Dies kann man dadurch deuten, daß man nur bei einem Geschlecht (zum Beispiel beim Weibchen) eine homozygote (gleichartige) Ausbildung des Geschlechtschromosomenpaares annimmt, beim anderen Geschlecht dagegen eine heterozygote (ungleichartige) postuliert. Bei vielen Tieren (und auch beim Menschen) läßt sich tatsächlich eine Heterozygotie im männlichen Geschlechtschromosomenpaar mikroskopisch feststellen.

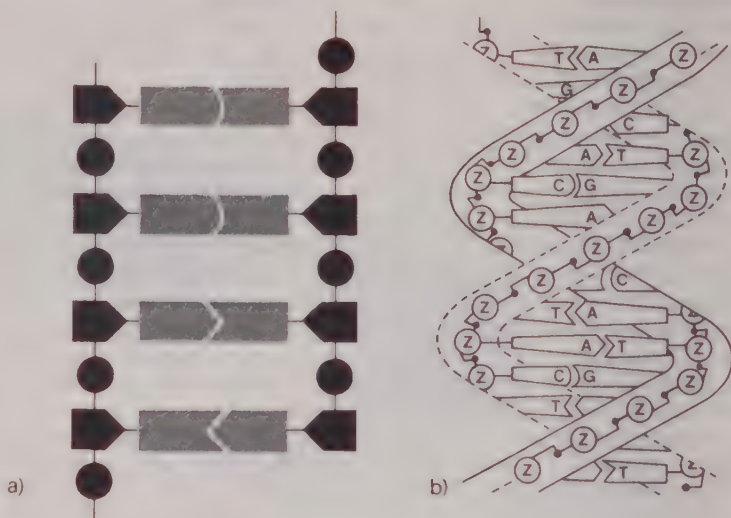
Modifikationen nennt man Abweichungen im Erscheinungsbild (Phänotypus) von Lebewesen, die alle das gleiche Erbgut besitzen. Beispiel: Eineiige Zwillinge sind erblich gleich, unterscheiden sich jedoch bei unterschiedlicher Ernährung alsbald im Gewicht. Diese Unterschiede sind in keinem Fall erblich, da sie nicht in den Genen verankert sind. Die Umwelt modifiziert hier gewissermaßen nur innerhalb von Grenzen, die das Erbgut zieht.

Anders verhält es sich mit den Mutationen. Hierunter versteht man plötzlich auftretende Erbänderungen, die sich im Erscheinungsbild bemerkbar machen. Da es sich um wirkliche Wandlungen im Erbgefüge handelt, werden Mutationen im Gegensatz zu den Modifikationen an die Nachkommen weitervererbt. Mutationen können spontan (scheinbar ohne äußeren Anlaß) auftreten, lassen sich aber auch künstlich auslösen. Hierbei sind vor allem energiereiche Strahlungen wirkungsvoll (Ultraviolett-, Röntgen- und Radioaktivstrahlung), ferner Temperaturerhöhungen. Bei den Mutationen unterscheidet man Genom-Mutationen (hierbei verdoppeln oder vervielfachen sich infolge von Störungen bei den Kernverteilungsvorgängen die ganzen Chromosomensätze, so daß tetra-, hexa-, allgemein polyploide Lebewesen entstehen; sie zeigen oft Riesenwuchs, sind aber gegen Krankheiten recht anfällig), Chromosomen-Mutationen (durch Bruch von Chromosomen fallen bestimmte Erbanlagen aus oder verändern sich) und Gen-Mutationen. Letztere sind im mikroskopischen Bild nicht sichtbar, spielen sich vielmehr im molekularen Feinbau eines Gens ab und sind daher besonders interessant. Sie leiten über zur Molekulargenetik.

Die Erbinformation eines Gens ist in bestimmten Makromolekülen, den Nucleinsäuren, gespeichert. Sie bestehen aus einzelnen Bausteinen, den sogenannten Nucleotiden. Jedes Nucleotid baut sich wiederum aus drei Komponenten auf: Phosphorsäure; Zucker (entweder Ribose oder Desoxyribose); Basen (Adenosin = A, Cytosin = C, Guanin = G, Thymin = T und Uracil = U). Der chemische Aufbau dieser Verbindungen spielt hier keine Rolle. Wichtig ist nur der Grundaufbau der beiden wesentlichen Nucleinsäuren Ribonucleinsäure (RNS) und Desoxyribonucleinsäure (DNS).



Die RNS in Struktur und Schema



Die DNS – ein Doppelstrang. Es greifen jeweils Thymin und Cytosin des einen Stranges in Adenin und Guanin des anderen Stranges ein und festigen so die Kontakte. a. Darstellung in einer Ebene. b) Darstellung im Raum (Bildung einer „verdichteten“ Doppelhelix, einer Schraubenform)

RNS besteht aus einem Strang, der abwechselnd aus Phosphorsäure- und Ribosemolekülen gebildet wird. An den Ribosemolekülen ist je eine der Basen A, C, G oder U in beliebiger Reihenfolge gebunden.

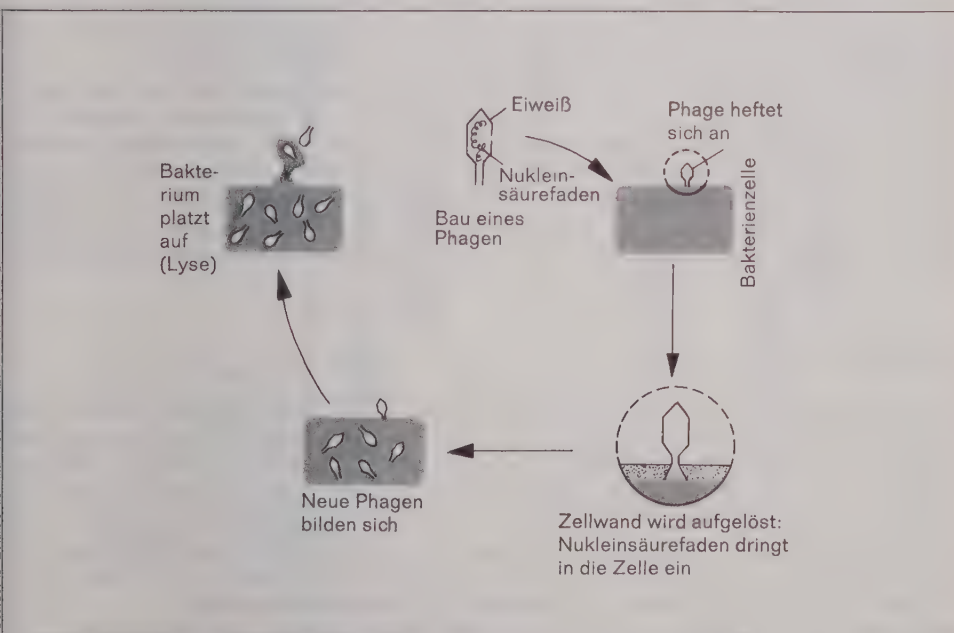
DNS besitzt ähnlichen Aufbau. Der Strang besteht hier aber aus Phosphorsäure und Desoxyribose, und an den Desoxyribosemolekülen sitzen die Basen A, C, G und T in beliebigem Wechsel. Im Gegensatz zur RNS tritt ein solcher Strang hier jedoch nicht einzeln auf, sondern verbindet sich locker mit einem zweiten, analogen, wobei jeweils die Basen A und T sowie C und G aneinanderliegen. Auf diese Weise ergibt sich eine Schraube aus zwei einander umschlingenden DNS-Strängen („verdichtete“ Doppelhelix).

Untersuchungen an den zu den Viren gehörigen Bakteriophagen erlauben den Schluß, daß in den Nucleinsäuren die Erbinformation verschlüsselt sein muß. Einer der Gründe hierfür war die Art der Infektion eines Bakteriums durch einen Phagen: Eine Phage setzt sich aus einem Nucleinsäurefaden (meist RNS) und einer Eiweißhülle zusammen. Heftet sich der Phage auf einem bestimmten Bakterium fest, so dringt durch dessen Oberfläche nur die Nucleinsäure ein; das Eiweiß der Hülle bleibt draußen und kann ohne weiteres vernichtet werden. Die Nucleinsäure stellt den Stoffwechsel des Bakteriums alsbald auf die Produktion phageneigener Substanzen um. Es bilden sich darin neue Eiweißhüllen und Nucleinsäurestränge des Phagen, die sich miteinander vereinigen und nach Aufplatzen (Lyse) des Bakteriums als fertige Bakteriophagen frei werden. Somit kann nur im Nucleinsäurefaden die Information für die Bildung neuer Phagen gelegen haben.

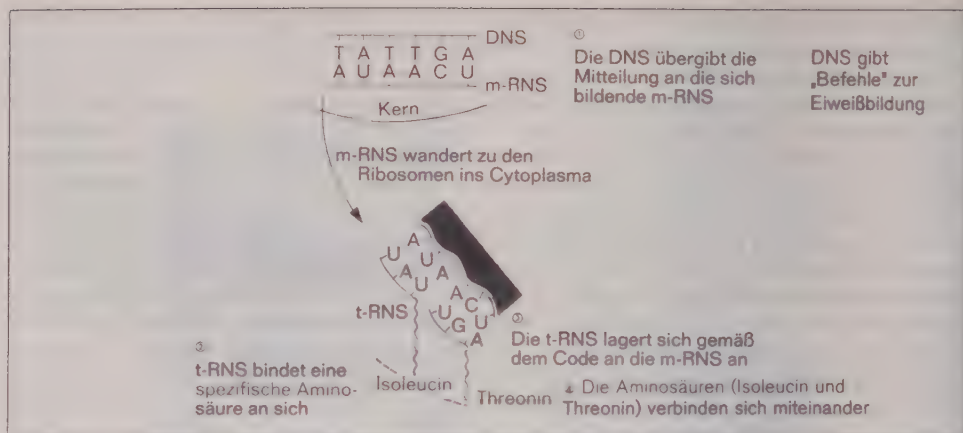
Seit einigen Jahren kann man DNS und RNS künstlich herstellen. Dadurch wurde es möglich, den Mechanismus der Übertragung von Erbinformation näher kennenzulernen. Wir wählen uns als Beispiel eine beliebige Zelle, deren Kern (wie allgemein üblich) DNS als Erbsubstanz in den Chromosomen enthält. Um das Zellgeschehen lenken zu können, müssen vor allem Enzyme ge-

bildet werden, die stets spezielle Eiweißstoffe darstellen. Eiweißbildung findet aber an den Ribosomen im Cytoplasma statt. Somit erhebt sich die Frage: Wie gelangt die Information von der DNS des Kerns zu den Orten der Eiweißsynthese, zu den Ribosomen?

Eiweißstoffe bestehen als Makromoleküle aus kleineren Untereinheiten, den Aminosäuren. Hier-von kennt man 20 verschiedene Arten, die – in beliebiger Zahl und in beliebiger Reihenfolge aneinandergebunden – das große Eiweißmolekül ergeben. Jede Eiweißart enthält jedoch eine ganz bestimmte Zahl von Aminosäuren in ganz bestimmter Reihenfolge (Sequenz) aneinandergekettet. Die Zelle muß also dafür sorgen, daß bei der Bildung eines speziellen Eiweißstoffes die richtigen Aminosäuren in der richtigen Reihenfolge eingebaut werden. Der Code (Schlüssel) hierfür ist in der DNS des Kerns verankert. Ebenso, wie im Morsealphabet eine bestimmte Strich-Punkt-Kombination einen Buchstaben darstellt, so bedeutet in der DNS eine bestimmte Dreiergruppe der Basen A, C, G oder T das Codewort für eine der zwanzig Aminosäuren. Beispiel: Die Dreiergruppe TAT an der DNS bedeutet, daß an dem Ribosom die Aminosäure Isoleucin in das ent-stehende Eiweiß eingebaut werden soll. Für die Übertragung zwischen Kern und Ribosom sind jedoch noch zusätzliche Informationsmittler nötig. Als wichtigster ist die sogenannte Boten-RNS zu nennen (auch m-RNS genannt; messenger, engl., Bote). Sie bildet sich an einem Strang der DNS im Kern, der dort als Matrize wirkt. Auf diese Weise „liest“ sie die Information von dem DNS-Strang in Gestalt der Dreiercodegruppen ab. In der RNS tritt lediglich an die Stelle des T in der DNS das U. Wenn die m-RNS als Kopie der DNS-Matrize fertig ist, wandert sie durch Poren der Kernwand ins Cytoplasma und dort an die Ribosomen. Inzwischen hat sich eine weitere, im Cyto-plasma stets vorhandene RNS-Art, die sogenannte Transfer-RNS (t-RNS) mit den Bausteinen für die Eiweißsynthese, mit den Aminosäuren beladen. Für jede Aminosäurenart ist eine spezielle t-RNS vorhanden. Jede t-RNS weist eine Dreiercodierung auf, die wie ein Schloß zum Schlüssel des Dreiercodes auf der m-RNS paßt. Auf diese Weise lagert sich stets die richtige t-RNS an die Schablone der m-RNS auf dem Ribosom an und bringt dadurch die daranhängende Aminosäure in die geeignete Position. Beispiel: Auf den Code AUA der m-RNS paßt nur der Code UAU derjenigen t-RNS, die die Aminosäure Isoleucin an sich gebunden trägt. Als nächstes verbinden



Ein Bakteriophage befällt ein Bakterium (Vermehrung eines Phagen)



sich (stets gesteuert durch Enzyme der Zelle) die in die richtige Position gebrachten Aminosäuren zum großen Molekül des Eiweißes - so, wie die DNS des Kerns den Befehl erteilt hatte!

Das gebildete Eiweiß löst sich von der t-RNS ab. Diese wie auch die m-RNS stehen für weitere Aufbaureaktionen zur Verfügung.

Von diesen Überlegungen ausgehend, kann man nun die Gen-Mutationen näher deuten: Bei den Gen-Mutationen handelt es sich offenbar um Störungen im chemischen Gefüge der DNS. Energie-reiche Strahlungen zerstören zum Beispiel den einen oder anderen „Buchstaben“ eines Dreier-codes. Dessen Ausfall bringt aber die Übertragung der Information von der DNS-Matrize auf die RNS-Schablone in Unordnung. Die Folge ist eine Veränderung in der Eiweißstruktur. Eventuell funktioniert die Synthese überhaupt nicht mehr: Ein Teil der Eiweißproduktion ist lahmgelegt. Nach außen hin kann dies als Mutation in Erscheinung treten.

Neben diesen durch Kern-DNS gesteuerten Erbgängen gibt es noch weitere, da Informationen offensichtlich auch in Strukturen des Cytoplasmas gespeichert sind (Chloroplasten, Mitochondrien usw.). Von der Plasmatischen Vererbung ist aber noch wenig Genauereres bekannt.

Grundsätzlich sind nicht nur Pflanzen und Tiere den Erbgesetzen unterworfen. Auch der Mensch unterliegt den Regeln der Genetik. Allerdings verbieten sich hier systematische Experimente. Die Humangenetik stützt sich in der Hauptsache auf die Daten, die sich aus Familienchroniken ergeben, insbesondere über krankhafte Veränderungen. Da die Zahl der Gene beim Menschen als höchstentwickeltem Wesen außerordentlich groß, die Generationenfolge aber sehr verzögert ist, bleibt freilich noch viel zu tun. Zur Frage der Modifikationen und Mutationen hat die Zwillingsforschung wichtige Ergebnisse beigetragen, da sie mit erbgleichen Individuen arbeiten kann (eineige Zwillinge).

Abstammungslehre

Noch zu Beginn des 18. Jahrhunderts galt der Satz, daß die Pflanzen, Tiere und Menschen von Anfang an in der gegenwärtigen Form geschaffen worden seien und sich entwicklungsgeschichtlich nicht verändert hätten (Carl von Linné). Als einer der ersten Evolutionisten lehrte 1809 Jean Baptiste de Lamarck, alle Lebewesen veränderten sich fortwährend durch unmittelbare Anpassung an ihre Umwelt. Den Gedanken der Abstammung griff 1859 Charles Darwin auf, gab ihm eine neue Begründung und stellte mit Hilfe eines ungeheuer großen Tatsachenmaterials die moderne Evolutionstheorie auf: Alle Pflanzen und Tiere, auch der Mensch, haben sich im Laufe erdgeschichtlicher Zeiträume aus einfacher organisierten Lebensformen entwickelt.

Der Lamarckismus nimmt an, daß Lebewesen sich durch Gebrauch oder Nichtgebrauch der vorhandenen Organe unmittelbar an die Bedürfnisse der Umwelt anpassen und daß eine Vererbung dieser Abwandlungen stattfindet. Ein Vogel entstünde demnach aus einem Tier, das fliegen wollte

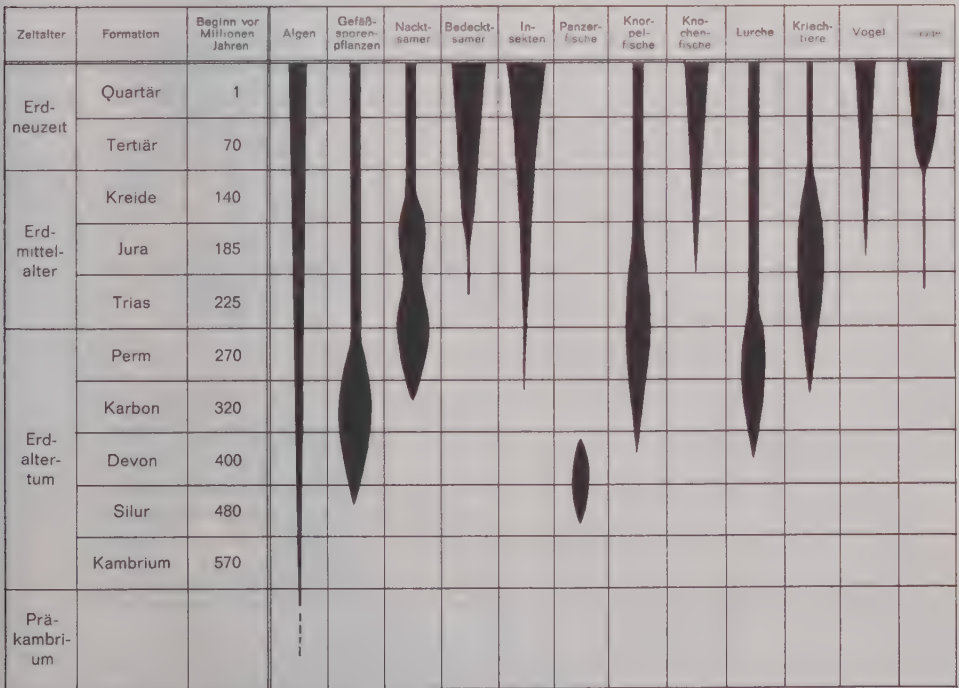
und die Vordergliedmaßen kräftig bewege, falls diese Übungen über sehr lange Zeit fortgesetzt würden. Auch wenn man annimmt, daß derartige Tendenzen sich über Jahrmillionen erstrecken, so kennen wir doch keinerlei Beweise für eine solche Vererbung erworbener Eigenschaften. Es handelt sich ja in jedem Fall nur um Modifikationen, die nicht erblich sind. Die Deutung der Entwicklung im Sinne von Lamarck ist daher heute verlassen.

Der Darwinismus geht von dem Gedanken aus, daß jede Tier- und Pflanzenart eine sehr große Zahl von Nachkommen erzeugt. Diese Nachkommen sind jedoch nicht alle gleich, sondern unterscheiden sich erblich (Mutationen). Diejenigen, die an die betreffenden Umweltsbedingungen am besten angepaßt sind, gewinnen den Kampf ums Dasein und setzen sich durch. Die Natur treibt also eine Zuchtwahl, wie sie der Mensch in ähnlicher Weise bei den Haustieren durchführt. Darwin nimmt also nicht nur eine Evolution an, sondern nennt gleichzeitig in seiner Selektionstheorie auch die Ursachen dafür: Mutationen mit anschließender Zuchtwahl. Wenn auch heute noch unklar ist, ob der moderne Darwinismus alle Erscheinungsformen der Evolution klären kann, ist doch an der Grundlage nicht zu zweifeln.

Beweise für die Abstammungslehre

Da die Evolution im allgemeinen sehr langsam verläuft, kann man sie nicht unmittelbar am Objekt beobachten. Man muß Beweise aus den verschiedenen Gebieten der Zoologie und Botanik heranziehen und auf diese Weise nach Gemeinsamkeiten suchen. Tatsächlich lassen alle Disziplinen eine Veränderung der Arten im Laufe langer Zeiträume erkennen. Wir nennen im folgenden die wichtigsten Stützen für die Abstammungslehre.

Beweise der Paläontologie: Die Paläontologie befaßt sich mit den Lebewesen vergangener Erdzeiten. Sie bezieht ihr Wissen im wesentlichen aus Versteinerungen. Die Geologie leistet ihr dabei eine unersetzliche Hilfe, indem sie Aussagen über das Alter der Schichten macht, in denen die



Die Entwicklung einiger Pflanzen- und Tiergruppen. Die Breite der Linien deutet den Artenreichtum an

Fossilien gefunden werden. Heute kennt man eine Reihe von Methoden zur absoluten Altersbestimmung der Funde (Rubidium-Strontium-, Kalium-Argon-, Uran-Blei-Methode). Das Leben entstand zwar schon vor mehr als 3 Milliarden Jahren, doch liegen gut erhaltene Versteinerungen höherer Tiere erst aus dem Kambrium (540 Millionen Jahre vor unserer Zeit) vor. Immerhin ergeben sich für diesen Abschnitt der Erdgeschichte (Kambrium bis heute) einige wichtige Tatsachen: Auf die im Wasser lebenden Algen folgten im Silur die ersten Landpflanzen aus der Gruppe der Farne. Sie bleiben zunächst auf feuchte Bereiche beschränkt, erobern aber im Karbon durch die Ausbildung der Leitungsbahnen große Gebiete der Erde. Als Gefäßsporenpflanzen (Farne, Schachtelhalme, Bärlappgewächse) prägen sie das Bild der Landschaft im Erdaltertum („Steinkohlenwälder“). Die ersten Nacktsamigen Pflanzen (Blütenpflanzen) treten im Karbon auf und vermögen auch auf trockene Gebiete vorzudringen. Seit der Triaszeit kennt man Bedecktsamige Pflanzen, die dann in der Kreidezeit sehr artenreich werden und heute dominieren. – Die Tiere haben zu Beginn des Kambriums bereits eine recht hohe Entwicklungsstufe erreicht. Es finden sich Vertreter aller Tierstämme mit Ausnahme der Wirbeltiere. Allerdings bleiben die Arten auf das Wasser beschränkt (Dreilappkrebse oder Trilobiten). Zusammen mit den ersten Landpflanzen entwickeln sich auch die ersten Landtiere, nämlich Gliederfüßer aus der Gruppe der Tausendfüßer und Skorpione, später die Insekten. Die ersten Wirbeltiere findet man in Form von Panzerfischen im Silur. Sie sterben bereits im Devon wieder aus, doch setzen Haie die Entwicklung fort. Einfache Lurche gibt es seit dem Devon, Kriechtiere breiten sich im Karbon aus. Als Saurier beherrschen die Reptilien das Erdmittellalter. Im Wasser verdrängen während der Kreidezeit die Knochenfische die Knorpelfische (Haie) immer mehr. Aus den Kriechtieren haben sich gegen Ende der Trias allmählich die Säuger entwickelt, zunächst in Form der Kloakentiere (Schnabeltier) und Beuteltiere (Känguruh). Vögel entstanden in der Jurazeit. Der Mensch trat erst vor rund 2 Millionen Jahren aus dem Tierreich heraus.

Beweise der vergleichenden Anatomie: Die Anatomie studiert den Körperbau von Lebewesen. Vergleicht man die Vordergliedmaßen verschiedener Wirbeltiere, so findet man, daß sie aus den gleichen Knochen aufgebaut sind, lediglich die Dimensionen weichen voneinander ab. Man darf annehmen, daß sie sich aus einer gemeinsamen Urform entwickelt haben. Organe gleicher Herkunft nennt man homolog, auch wenn sie heute unterschiedliche Funktionen ausüben. Beispiel: Die Vordergliedmaßen von Vogel und Pferd weisen die gleichen Arten von Knochen auf, sind also homolog; ihre Benutzung zum Fliegen bzw. zum Laufen ist nur als Anpassung an den entsprechenden Lebensraum zu werten. Demgegenüber heißen Organe analog, wenn sie zwar gleichen Aufgaben dienen, doch in ihrem Aufbau verschieden sind. Beispiel: Analog sind die Kiemen der Fische und der Krebse; sie dienen zwar beide zum Atmen, doch entwickeln sich die Kiemen der Fische aus einem Teil des Vorderarms, die der Krebse aus Beinanhängen. Eine unmittelbare Verwandtschaft im Sinne der Abstammungslehre liegt nur bei Lebewesen mit homologen, nicht mit analogen Organen vor. – Die vergleichende Anatomie beweist, daß die Kompliziertheit der Organe in Richtung auf die höher entwickelten Pflanzen und Tiere zunimmt. Beispiel: Die Lungen bei den Fröschen sind nur einfache Säcke, gestalten sich aber auf dem Weg über die Kriechtiere zu den Vögeln und Säugetieren zu immer stärker gekammerten Organen um (Oberflächenvergrößerung zur Intensivierung der Atmung). Die Lunge hat sich übrigens aus der Schwimmblase primitiver Fische entwickelt, ist dieser also homolog. – Bei einer Änderung der Umweltbedingungen (zum Beispiel Übergang ins Wasser bei Delphinen, die ursprünglich von Landtieren abstammten) bilden sich häufig einzelne Organe zurück, da sie nicht mehr benötigt werden. So haben die Wale nur noch Reste eines Beckengürtels, keine Hintergliedmaßen mehr. Solche rudimentären Organe erinnern an die früheren Entwicklungsstadien.

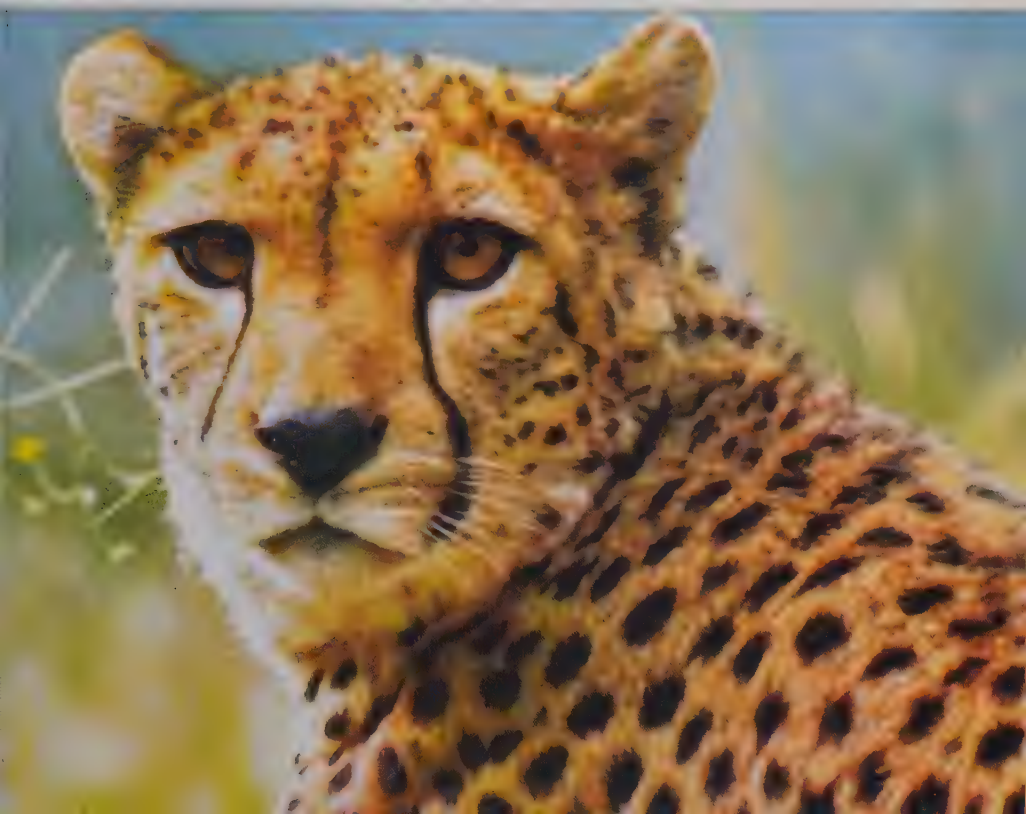
Beweise der Embryologie: Die Keimesentwicklung eines Lebewesens enthüllt häufig Vorstufen, die der Organismus entwicklungsgeschichtlich vor vielen Jahrtausenden durchlaufen hat. Die Embryonen aller Wirbeltiere ähneln sich stark, ein Hinweis darauf, daß sie von gemeinsamen Vorfahren abstammen. Die Krebse durchlaufen gewisse Larvenstadien, an denen man sie selbst dann erkennen kann, wenn sie als erwachsene Tiere kaum mehr Ähnlichkeit mit der typischen Krebsform aufweisen (zum Beispiel Seepocken). Hieraus hat schon Ernst Haeckel im vorigen



▲ Handaufgezogener „Gaukler“ (Greifvogel)

Nachfolgende Seite: Blaumaulmeerkatze ►

▼ Der Gepard ist ein echtes Steppentier, das sich seine Beute durch Schnelligkeit erjagt

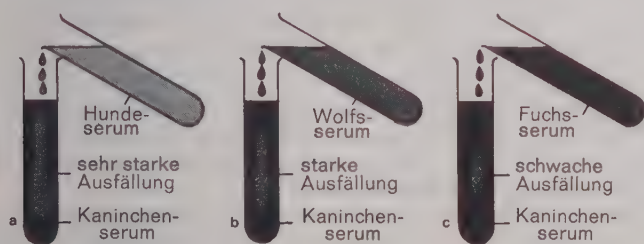




19. Jahrhundert seine biogenetische Grundregel abgeleitet: Die Keimesentwicklung eines Tieres stellt eine verkürzte Wiederholung seiner Stammesentwicklung dar. Wenn man auch nicht erwarten kann, daß alle früheren Stadien noch heute im Embryo durchlaufen werden, ist die biogenetische Regel doch eine wichtige Stütze für die Abstammungslehre. Sie gilt auch in bezug auf den Menschen: Der Mensch besitzt in gewissem Alter ein dichtes Haarkleid, einen Stummelschwanz und Kiemenspalten-Bildungen, die bei der Geburt längst verschwunden sind.

Beweise der vergleichenden Verhaltensforschung: Die Verwandtschaft von Tieren wurde neuerdings auch durch Beobachtung ihrer Verhaltensweisen gestützt. So zeigen etwa die verschiedenen Entenarten ähnliche Balz- und Kopulationsweisen, mit deren Hilfe eine Einordnung ins System möglich ist. Bei der Familie der Kuckucke findet man Übergänge zwischen eigener Bruttätigkeit, Eiablage in Gemeinschaftsnester und Brutparasitismus. Durch das Studium der Verhaltensweisen bei höheren Tieren (Menschenaffen) ist die Bindung des Menschen an die Sphäre des Instinktiven deutlicher als früher geworden. Vor allem haben eindrucksvolle Filmaufnahmen von Menschen der verschiedensten Rassen und Völker gezeigt, daß unser Verhaltensinventar überall auf der Erde grundsätzlich das gleiche ist.

Beweise der vergleichenden Physiologie: Nicht nur der Bau, sondern auch die Arbeitsweise homologer Organe ist ähnlich. Man kann zum Beispiel das Insulin einer Bauchspeicheldrüse vom Rind oder Schwein unbedenklich im Menschen wirksam werden lassen. Die Stoffwechselvorgänge in den Zellen sind überall grundsätzlich die gleichen und weichen in Einzelheiten um so stärker voneinander ab, je weiter die betreffenden Lebewesen stammesgeschichtlich voneinander entfernt stehen. Besonders eindrucksvoll sind serologische Untersuchungen: Spritzt man einem Kaninchen eiweißhaltige Blutflüssigkeit eines Menschen ein, so bildet das Tier Abwehrstoffe, die spezifisch gegen das Menscheneiweiß gerichtet sind und bei einer Wiederholung der Zugabe dieses ausfallen. Obwohl die Reaktion speziell gegen Menscheneiweiß gerichtet ist, tritt eine Ausfällung auch dann ein, wenn man im Wiederholungsfall Schimpansen- oder Gorillaeiweiß zugeibt. Dies bedeutet aber, daß die Eiweiße der Menschenaffen denen des Menschen sehr ähnlich sein müssen, denn mit entfernter verwandten Tieren erfolgt keine Reaktion. Auf diese Weise kann man die Verwandtschaft des Menschen mit den Menschenaffen in der Reihenfolge Mensch-Schimpanse-Gorilla-Orang Utan angeben. In derselben Weise kann man das Kaninchen auch als Testtier für die Ähnlichkeit der Eiweiße von Hund, Wolf und Fuchs benutzen; die Verwandtschaft nimmt in der genannten Reihe ab.



Unterschiede in der Ausfällung bei Seren von Tierarten unterschiedlicher Verwandtschaft. Erklärung im Text

Beweise der Tier- und Pflanzengeographie: Man versteht ohne weiteres, daß die Tiere und Pflanzen der kalten oder gemäßigten Zonen unserer Erde von denen der heißen Zonen verschieden sein werden. Hier mußten ja andere Anpassungserscheinungen eine Rolle spielen. Weniger verständlich ist dagegen die Tatsache, daß innerhalb des kalten Gürtels auf den Erdteilen verschiedene Lebensformen ausgebildet wurden. Das gleiche gilt für die heiße Zone. Beispiel: Nur in Australien leben Kloakentiere und Beuteltiere in großer Zahl; in anderen Kontinenten fehlen sie fast völlig, obwohl das Klima hier wie dort das gleiche ist. Man kann diese Tatsache nur dadurch

erklären, daß Australien zu der Zeit, als sich in der übrigen Welt die höheren Säugetiere entwickelten, bereits von den großen Kontinenten getrennt war und daher seine eigene Fauna (und Flora) entwickelte. Hinweis darauf ist das Vorhandensein von Beuteltierfossilien auch in den übrigen Teilen der Welt: Damals herrschten auch dort die Beuteltiere vor, sie wurden aber später von den höheren Säugern verdrängt und ausgerottet. In Australien konnten sie sich halten, da sie keine Konkurrenz zu fürchten brauchten. Damit stimmt auch überein, daß in Australien von 10000 Pflanzenarten 8000 nur dort vorkommen (endemisch sind). Die Isolation führte zu einer eigenen Entwicklung. Inseln, die weitab vom Festland liegen, zeigen die gleiche Erscheinung.

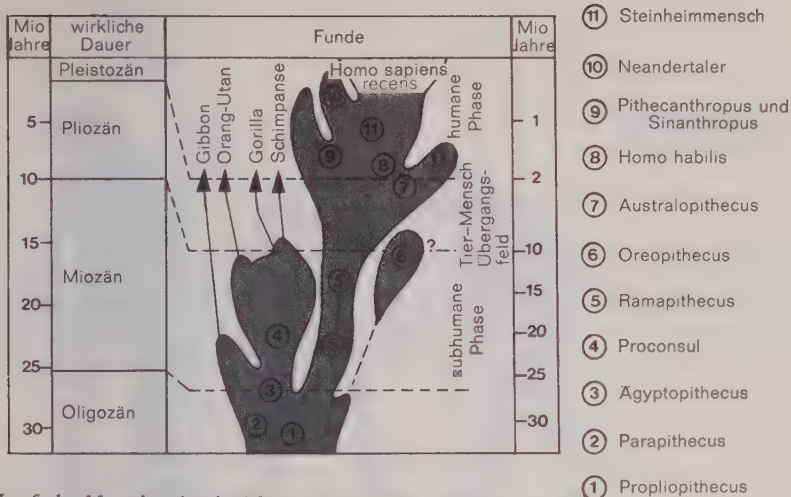
Direkte Beweise für die Abstammungslehre: Manche Tier- und Pflanzenarten haben sich im Laufe der Kulturgeschichte durch Züchtung so stark aufgespalten, daß die einzelnen Rassen bei objektiver Betrachtung eigentlich als einzelne, unabhängige Arten geführt werden müßten. Nur die Gewißheit, daß sie von den gleichen Vorfahren abstammen, läßt sie uns als Rassen einstufen. Beispiel: Alle Hunderassen sind Züchtungen des Menschen; würde man den Pekinesen und den Bernhardiner in der Natur finden, ordnete man die beiden gewiß als verschiedene Arten ins System ein. Das gleiche gilt für Tauben und andere Haustiere. – Ob allerdings eine weitergehende Aufspaltung über die Gattungen, Familien, Ordnungen oder gar Klassen hinaus auf diesem Wege möglich ist, entzieht sich unserer Kenntnis und bleibt umstritten.

Die Abstammung des Menschen

Es besteht kein Zweifel daran, daß der Mensch hinsichtlich seines Körperbaues zusammen mit den Affen in die Ordnung der Primaten gehört. Das Gehirn hat bei uns jedoch so große Entwicklungsfortschritte gemacht, daß wir geistig allen Tieren überlegen sind. Im Anschluß an Darwin wurde schon im vorigen Jahrhundert die Hypothese aufgestellt (Ernst Haeckel), daß der Mensch von heute ausgestorbenen Affen abstamme. Die Suche nach Übergangsgliedern (missing links) brachte 1891 den spektakulären Erfolg des *Pithecanthropus-erectus*-Fundes (heute *Homo erectus*) durch E. Dubois auf Java, nachdem schon 1856 Knochen des Neandertalers entdeckt worden waren. Nach den gegenwärtig zugänglichen Funden stellt sich die Entwicklungsgeschichte des Menschen folgendermaßen dar:

Die gemeinsame Wurzel von Affen und Menschen liegt im Tertiär. Als Schlüsselformen gelten heute *Propliopithecus* und *Parapithecus* sowie der erst neuerdings ausgegrabene *Aegyptopithecus* (Oase El Fayum/Ägypten). Dies sind noch ausgesprochen tierische Vorfahren, deren Gebißausbildung lediglich in Richtung auf den Menschen weist. Noch kein aufrechter Gang, keine Spezialisierung auf Baum- oder Bodenleben. *Proconsul*, ein Tier, das wohl vor rund 20 Millionen Jahren in einer Baumsteppenlandschaft um den heutigen Victoriasee in Afrika vorkam, wird heute mehr als Vorfahre der Menschenaffen eingestuft. Älteste Stufen der Evolution in Richtung *Homo* sind wohl die Funde des *Ramapithecus* (Indien), denn wir finden bei ihnen den parabolischen Zahnbogen und dürfen aufrechten Gang annehmen. In die gleiche Gruppe gehört wohl *Kenyapithecus* aus Ostafrika. Der bekannte *Oreopithecus* aus den Braunkohlenschichten Italiens gilt als Seitenzweig, der nicht zum Menschen führte.

In dem sogenannten Tier-Mensch-Übergangsfeld erwerben die Entwicklungsformen allmählich weitere Attribute der Gattung *Homo*: Gebrauch des Feuers, Verwendung von Geräten. Hierbei unterscheidet man zwischen Werkzeugen (Gegenstände, die nur einmalig verwendet und nicht für die Benutzung zugerichtet werden) und Geräten (Gegenstände, die mehrmals verwendet und für die Benutzung zugerichtet werden). Man nennt diese Formen heute allgemein *Homo*, während früher verschiedene Bezeichnungen (*Australopithecus*, *Pithecanthropus* usw.) in Gebrauch waren. Die Funde stammen aus Ost- und Südafrika (*Australopithecus*), Java (*Pithecanthropus*) und China (*Sinanthropus*). Als einziger Beleg aus Deutschland ist der Schädelteil (Unterkiefer) des Heidelbergermenschen zu erwähnen. Beim *Homo habilis* (Ostafrika) ist die Verwendung von Geräten besonders gut belegt. Nach neuesten Funden in Ostafrika (Lothagam) darf man annehmen, daß es sogar schon vor dem *Homo habilis* echte Hominiden gegeben hat (Alter ca. 5 Millionen Jahre).



Die Herkunft des Menschen (nach Heberer 1968, vereinfachte Darstellung)

An der Grenze zum Menschen der Gegenwart steht der Fund von Steinheim, der durch steile Stirn und Verminderung der Schnauzenbildung (Prognathie) auffällt. Der Neandertaler ist nach moderner Anschauung kein echter Vorfahre des heutigen Menschen, sondern stellt eine Seitenlinie dar, über deren Verbleib in der Geschichte allerdings noch keine endgültige Klarheit herrscht. Der Homo sapiens recens (Mensch der Gegenwart) ist in Rassen aufgespalten. Wann die Rassenbildung einsetzte, bleibt vorläufig unbekannt. Es steht lediglich fest, daß sie bereits im Anschluß an die Abgliederung des Neandertalers begonnen haben muß.

Zusammenfassung: Die Abtrennung des Stammbaumes, der letztlich zum Homo sapiens recens führte, erfolgte vor etwa 25 bis 30 Millionen Jahren. Mit Ramapithecus wurde aufrechter Gang ausgebildet. Gebrauch von Geräten (Australopithecus) und Bändigung des Feuers (Sinanthropus) leiten zum heutigen Menschen über. Der Neandertaler stellt einen Seitenast dar. Der geistige Aufstieg spiegelt sich in den durchschnittlichen Schädelkapazitäten: Schimpanse 320–500 ccm; Gorilla 415–650 ccm; Pithecanthropus 780–1 000 ccm; Sinanthropus 1 000–1 225 ccm; Neandertaler 1 200–1 700 ccm; Homo sapiens recens 1 000–2 000 ccm.

Die Entwicklung des Menschen



VORMENSCH

Australopithecus
Olduvai, Transvaal
2 000 000 – 600 000 Jahre

FRÜHMENSCHEN

Pithecanthropus
Trinil auf Java
700 000 – 400 000 Jahre

Sinanthropus
Peking, Lantien
450 000 Jahre



ALTMENSCHEN

Homo erectus
Olduvai, Rhodesien
300 000 Jahre

Homo sapiens
Steinheim, Swanscombe
250 000 Jahre

Homo sap. neanderthal.
Neanderthal, Spy u. a.
150 000 – 30 000 Jahre

Homo sapiens sapiens
Cro-Magnon u. a.
30 000 Jahre

MENSCHENKUNDE

Der Mensch weist bestimmte Besonderheiten auf: S-förmig gekrümmte Wirbelsäule (aufrechter Gang), Greifhand, Reduktion des Haarkleides, lange Jugendzeit, Höchstentwicklung des Gehirns (Denkvermögen und Sprache). Am Beispiel des Menschen lassen sich die wichtigsten biologischen Prinzipien am einleuchtendsten aufzeigen, so daß eine spezielle Betrachtung gerechtfertigt erscheint.

Das Bewegungssystem

Knochen geben dem Körper Halt und schützen die Organe. Die Gesamtheit der Knochen wird als Skelett bezeichnet. Im Knochen sind organische Fasern (Ursache für die Elastizität) und anorganische Salze wie Calciumphosphat und Calciumcarbonat (Ursache für die Härte) sinnvoll miteinander kombiniert. Knorpel hat fast ausschließlich organisches Material und ist viel elastischer (Federung durch Auf- oder Zwischenlagerung von Knorpel). Ein Knochen ist nicht kompakt, sondern aus einem Gerüst aus Knochenbälkchen aufgebaut, zwischen denen das rote oder weiße Knochenmark liegt (wichtig für die Bildung der roten Blutkörperchen). Die Gelenke (Scharnier-, Kugelgelenke) ermöglichen die Bewegung.

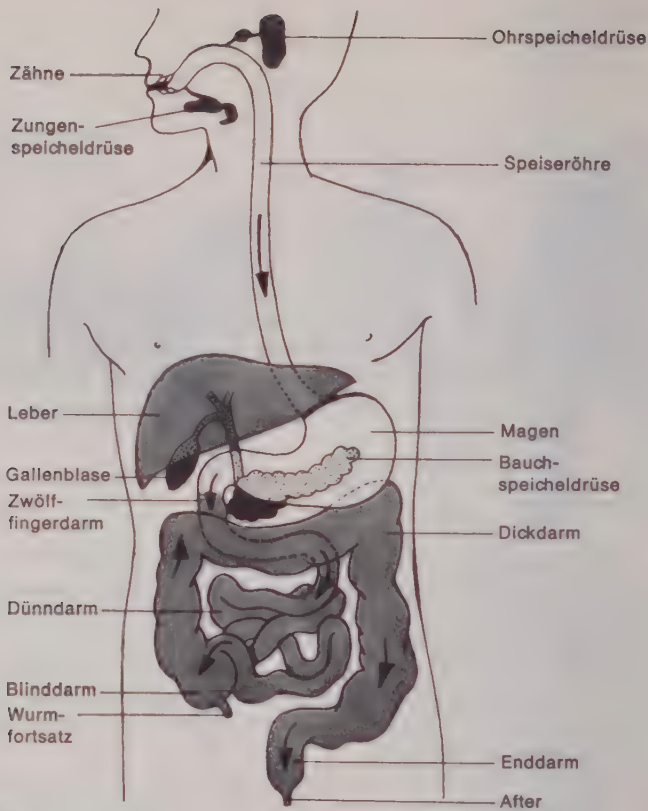
Die Wirbelsäule setzt sich aus Wirbeln zusammen und wird in einen Hals-, Brust-, Lenden-, Kreuzbein- und Steißbeinabschnitt gegliedert. Die am Brustabschnitt ansitzenden 12 Rippenpaare umschließen den Brustkorb. Der Schädel wird vom obersten Halswirbel, dem Atlas, getragen. Am Schultergürtel (Schlüsselbein, Schulterblatt) sind die Arme angesetzt, am Beckengürtel (Darm-, Sitz- und Schambein) die Beine. Armskelett: Oberarmknochen, Elle, Speiche, Handwurzelknochen, Mittelhandknochen, Finger. Beinskelett: Oberschenkelknochen, Knie- scheibe, Schienbein, Wadenbein, Fußwurzelknochen, Mittelfußknochen, Zehen.

Muskulatur sorgt für die Beweglichkeit der Körperteile. Sehnen verbinden die Muskeln mit den Knochen. Man unterscheidet die glatte Muskulatur (erscheint im Mikroskop einheitlich und ist vom Willen unabhängig) und die quergestreifte Muskulatur (erscheint im Mikroskop quergestreift und ist vom Willen abhängig). Bei der Anspannung verkürzt und verdickt sich der Muskel, beim Erschlaffen verlängert er sich und wird dünner. Die Energie bezieht die Muskulatur aus den Verbrennungsprozessen im Körper.

Organe des Stoffwechsels

Beim menschlichen Stoffwechsel unterscheidet man wie bei allen anderen Lebewesen einen Bau- und einen Betriebsstoffwechsel. Baustoffwechsel: Er umfaßt alle chemischen Reaktionen, die zum Aufbau des Körpers beitragen (Wachstum, Erhaltung des Körpers). Betriebsstoffwechsel: Er liefert durch Verbrennung mit Hilfe von Sauerstoff Energie, die zuvor in den chemischen Verbindungen der Nahrungsmittel gespeichert war.

Die Verdauungsorgane setzen die zugeführte Nahrung (Zucker, Stärke, Fett, Eiweiß, ferner Wasser, Salze, Vitamine) um. Hier handelt es sich im wesentlichen um eine Zerkleinerung, Lösung,



Die Verdauungsorgane

Umwandlung und Aufnahme (Resorption) der verwertbaren Bestandteile. Unverdauliches (zum Beispiel Zellulose) wird unverändert wieder ausgeschieden.

Im Mund zerkleinern die Zähne die Nahrung und lösen sie mit Hilfe von Speichel. Im Speichel wird auch durch ein Enzym (Ptyalin) die Stärke zum Teil in Zucker umgewandelt. Durch die Speiseröhre gelangt der Nahrungsbrei dann in den Magen, wo die Eiweißverdauung in Anwesenheit von verdünnter Salzsäure durch das Enzym Pepsin eingeleitet wird. In den anschließenden Zwölffingerdarm münden die Ausführungsgänge der Gallenblase (der Leber angelagert) und der Bauchspeicheldrüse. Die von der Leber gebildete und in der Gallenblase gespeicherte Gallenflüssigkeit tritt in den Darm über und emulgiert die Fette, zerlegt sie in kleine Tröpfchen. Auf die in dieser Form aufbereiteten Fette wirkt das Enzym Lipase der Bauchspeicheldrüse ein. Sie werden in alkalischem Milieu in Fettsäuren und Glycerin gespalten. Ferner produziert die Bauchspeicheldrüse noch die Enzyme Diastase (Spaltung der Stärke in Zucker) und Trypsin (Spaltung von Eiweiß in Polypeptide). Die Eiweißverdauung wird schließlich von einem Enzym der Darmschleimhaut, dem Erepsin, durch Abbau bis zu den Aminosäuren weitergeführt. So entstehen im Dünndarm: Zucker (aus Stärke), Fettsäuren und Glycerin (aus Fett), Aminosäuren (aus Eiweiß). Diese Spaltprodukte werden von der Darmwand resorbiert und im Innern der Zellen zu körpereigenen Nährstoffen umgewandelt. Zucker und Eiweiß gelangen auf dem Blutweg, Fett auf dem Weg über die Lymphe (Gewebeflüssigkeit) in den Körper und werden dort dem Bau- oder Betriebsstoffwechsel zugeführt. Am Übergang vom Dünndarm zum Dickdarm befindet sich der Blinddarm mit dem Wurmfortsatz („Blinddarmentzündung“). Er spielt für die Ernährung des Menschen keine Rolle, hat aber bei Tieren oft große Bedeutung, da er als Gärbehälter dient und

ten durch Bakterien bewirkten Aufschluß der sonst unverdaulichen Zellulose ermöglicht. Im anschließenden Dickdarm wird dem flüssigen Darminhalt das Wasser zum größten Teil entzogen. Bakterien bewirken auch hier Zersetzungs Vorgänge, die die Bildung des Kots zur Folge haben. Man mißt den Nahrungsbedarf des Menschen in Wärmeinheiten (Kalorien). In absoluter Ruhe kommt man mit etwa 1800 Kalorien aus, bei leichter Arbeit benötigt man rund 2500 Kalorien, und Schwerarbeiter brauchen pro Tag mehr als 4200 Kalorien. Außerdem muß man auf ein ausgewogenes Gleichgewicht zwischen den einzelnen Nahrungsstoffen achten: Eine Eiweißzufuhr von täglich 70 bis 80 Gramm reicht völlig aus, wenn man als Zusatz Fett und leicht verdauliche Kohlenhydrate (Stärke, Zucker) wählt. Zellulose, wie sie in pflanzlicher Kost als Zellwandmaterial enthalten ist, wird zwar nicht verarbeitet, dient jedoch als „Füllstoff“ und regt die Muskelbewegung des Darms an (Peristaltik der glatten Darmmuskulatur). Neben Wasser und Mineralsalzen (Kochsalz, Calciumverbindungen, Eisensalzen) müssen genügend Vitamine in der Nahrung enthalten sein: Vitamin A aus Lebertran, Eiern, Butter, Milch, Fisch; Vitamin B (mehrere Arten) aus Hefe, Eiern, Milch, Vollkornbrot, Fisch; Vitamin C aus Gemüse, Obst, Hagebutten, Sanddorn; Vitamin D (mehrere Arten) aus Lebertran, Butter, Milch, Fisch. Ein Mangel an Vitaminen ist jedoch ebenso ungünstig wie ein Überschuß!

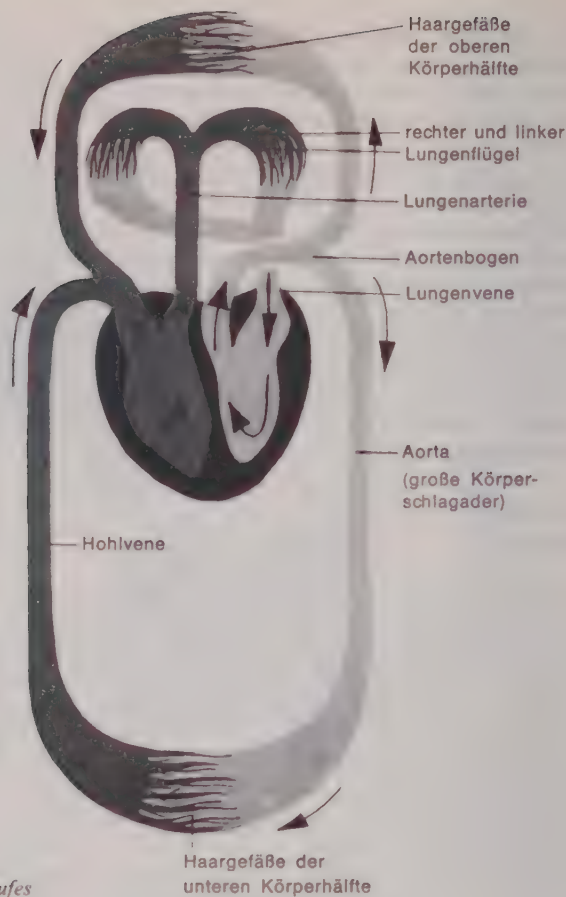
Ausscheidungsorgane

Als Ausscheidungsorgane fungieren der Dickdarm mit dem Enddarm, wo durch den After der unverdauliche Kot abgegeben wird, die Haut zur Schweißabsonderung, die Lunge zur Abgabe von Wasserdampf und Kohlendioxid, ferner die Niere für Wasser und gelöste Stoffe. Da die übrigen Organe an anderer Stelle behandelt werden, sei hier nur auf die Nieren eingegangen. Man kann die Nieren als Filterorgane für die Blutflüssigkeit bezeichnen. Sie entziehen dem Blut nicht nur Wasser, sondern auch überschüssige Salze und Abbauprodukte wie zum Beispiel Harnstoff (Endprodukt des Eiweißabbaues im Körper, gebildet in der Leber). Die Nieren liegen als zwei bohnenförmige Organe links und rechts von der Lendenwirbelsäule. Im Bau unterscheidet man eine Rindenschicht und eine Marksicht. Die eigentliche Harnproduktion erfolgt in der Rinde, und zwar in Millionen von winzigen Nierenkapseln, die die Eigenschaft der Filtration besitzen. Der auf komplizierte Weise gebildete Urin (Harn) gelangt dann durch die Marksicht in das Nierenbecken und von dort in den Harnleitern zur Blase, wo er gespeichert wird. Nur in Krankheitsfällen enthält der Harn auch Zucker oder nennenswerte Mengen von Eiweiß. Normalerweise erfolgt die Trennung der auszuscheidenden und zurückzuhaltenden Stoffe einwandfrei.

Blut

Das Blut hat beim Menschen folgende Aufgaben: Es dient als Transportmittel für Nahrungsstoffe, Sauerstoff und Kohlendioxid, ferner für gelöste Abfallstoffe und Salze; Blut übernimmt aber auch wichtige Schutzfunktionen, indem es spezifische Eiweißstoffe (Antikörper) bildet und eingedrungene Bakterien abtötet. Dadurch, daß es im Körper zirkuliert, sorgt es auch für den notwendigen Wärmeaustausch zwischen den Organen.

Zusammensetzung des Blutes: Das Blut wird von charakteristischen Bestandteilen gebildet: Die Flüssigkeit (Blutplasma) ist farblos; darin finden sich suspendiert (fein verteilt) verschiedene feste Partikel, nämlich rote und weiße Blutkörperchen und Blutplättchen. Rote Blutkörperchen sind Zellen, die im Laufe ihrer Entwicklung (im Knochenmark) den Kern eingebüßt haben. Ihre rote Farbe rührt vom Hämoglobin, einem Eiweißstoff, her. Das Hämoglobin vermag Sauerstoff locker zu binden und damit im Körper zu transportieren. Diese Hämoglobin-Sauerstoff-Verbindung (Oxyhämoglobin) zerfällt jedoch wieder, wenn in der Umgebung zu wenig Sauerstoff vorhanden ist: Abgabe in den Geweben. In der Lunge belädt sich das Blut dann wieder mit neuem Gas. In der Milz werden die roten Blutkörperchen schließlich abgebaut. Weiße Blutkörperchen haben



Schema des Blutkreislaufes

kein Hämoglobin, dafür aber einen Zellkern. Auffällig ist ihre amöbenartige Beweglichkeit, die es ihnen erlaubt, auch die Aderwände zu durchwandern. Auf diese Weise erfüllen sie am besten ihre eigentliche Funktion, nämlich die Vernichtung eingedrungener Bakterien an Orten von Verletzungen. Sie umfließen ihre Beute wie Amöben und nehmen sie zur Verdauung in die Zelle auf. Gehen sie in Massen zugrunde, so bilden sie den Eiter einer Wunde. Blutplättchen sind noch viel kleiner als Blutkörperchen. Sie zerfallen, wenn sie aus einer Wunde austreten, und leiten dadurch die Blutgerinnung ein: Es entsteht aus vorgebildetem Eiweiß unlösliches Fibrin, das zum Blutkuchen verklebt. Blutplasma, dem durch Gerinnung die festen Bestandteile und auch gelöste Eiweißstoffe entzogen worden sind, nennt man Blutserum.

Die Fähigkeit des Blutes, Abwehrstoffe (Antikörper) zu bilden, ist die Ursache für das Vorhandensein verschiedener Blutgruppen. Man unterscheidet die Gruppen A, B, AB und 0. Blutübertragung innerhalb ein und derselben Gruppe ist allgemein unbedenklich. Darüber hinaus kann Blut vom Typ 0 allen anderen übertragen werden (0 – Universalspender). Andererseits kann ein Mensch mit der Blutgruppe AB von allen anderen Typen Blut erhalten (AB – Universalempfänger). Die Verhältnisse werden allerdings noch dadurch kompliziert, daß eine Reihe anderer Faktoren ebenfalls wichtig sind. Am bekanntesten ist der Rhesusfaktor: Trägt eine rhesusnegative Mutter ein rhesuspositives Kind, so kann dieses im Blutkreislauf der Mutter die Bildung bestimmter Antikörper auslösen. Die Antikörper wirken dann unter Umständen bei einer zweiten oder dritten Schwangerschaft schädigend auf den kindlichen Organismus (Gefahr von Fehlgeburten).

Blutkreislauf: Blut fließt beim Menschen stets in Adern und wird vom Herzen aus durch den Körper gepumpt. Adern, die Blut vom Herzen weg transportieren, heißen Arterien oder Schlagadern. Adern, die Blut zum Herzen hin transportieren, heißen Venen. Im Körper liegen zwischen den fein verästelten Arterien und den ebenso fein verästelten Venen ganz besonders dünnwandige Abschnitte, innerhalb deren der Austausch von Sauerstoff, Kohlendioxid, Nährstoffen und Abfallstoffen zwischen Blut und Gewebe erfolgt. Diese Abschnitte nennt man Kapillaren oder Haar-gefäße.

Das Herz ist ein Hohlmuskel, der in vier Kammern gegliedert ist: rechte Vor- und Herzkammer, linke Vor- und Herzkammer. Zwischen rechter und linker Seite gibt es keine Verbindung, wohl aber liegen Durchlässe zwischen der jeweiligen Vor- und Herzkammer. Blutkreislauf: Blut, das in der großen Körperhöhle zum Herzen transportiert wird, tritt in die rechte Vorkammer ein, gelangt in die rechte Herzkammer, von dort durch Kontraktion des Herzens in die Lungenarterie und ins Kapillarnetz der Lunge. Hier belädt sich das Blut mit Sauerstoff, gibt aber sein Kohlendioxid ab. Dann wird es von der linken Vorkammer angesogen, gelangt über die Vorkammer in die linke Herzkammer und wird in die Aorta ausgestoßen. Die Aorta ist die größte Arterie des Körpers. Sie verteilt das Blut im Kapillarnetz der Organe, wo der Sauerstoff abgegeben, das Kohlendioxid aufgenommen wird. Somit steht überall in den Zellen das für die Atmung notwendige Sauerstoffgas zur Verfügung, während das bei der Atmung entstehende Kohlendioxid abtransportiert wird. Bei dem geschilderten Kreislauf nimmt das Blut im Darm auch die Nährstoffe auf und trägt sie (mit Ausnahme des Fettes) in der Pfortader zur Leber.

Das Fett wird – wie schon gesagt – von der Lymphe aufgenommen. Diese schwach gelbliche Flüssigkeit ist überall im Körper zwischen den Zellen vorhanden, tritt zum Beispiel auch bei leichten Hautabschürfungen aus der Wunde aus. Stellenweise sammelt sich die Lymphe in besonderen Gefäßen. In ihrer Zusammensetzung entspricht sie dem Blutplasma, mit dem sie ja auch zusammenhängt. Sie teilt mit ihm die Fähigkeit, Abwehrstoffe zu bilden und damit Infektionen zu verhindern. Ein besonderes Gefäß, der Lymphbrustgang, sammelt die Darmlymphe und führt sie zusammen mit dem Fett (unter Umgehung der Leber) unmittelbar in die große Körperhöhle.

Impfungen hängen eng mit der Antikörperbildung im Organismus zusammen. Bei der aktiven Immunisierung bringt man eine kleine Menge geschwächter oder abgetöteter Krankheitserreger in den Menschen ein, wodurch die Bildung von Antikörpern angeregt wird. Diese bleiben dann über Jahre hin erhalten und schützen vor erneuten Infektionen. Von einer passiven Immunisierung spricht man dann, wenn dem Menschen fertige Antikörper injiziert werden. Man erhält sie, indem man Tiere (Pferde, Schafe, Schweine) aktiv impft und ihnen die gebildeten Antikörper entzieht. Passive Immunisierungen wendet man dann an, wenn der Mensch bereits erkrankt ist, seine eigene Antikörperproduktion aber nicht ausreicht, um die Infektion zu überwinden. Auch bei Schlangenbissen kann man so vorgehen.

Atmungsorgane

Die Luft gelangt durch die Nase oder durch den Mund in die Luftröhre, wobei der Kehlkopf durchströmt werden muß. Der Kehlkopf enthält die Stimmbänder, die beim Luftdurchgang in Schwingungen versetzt werden und auf diese Weise Töne erzeugen. Die Luftröhre gabelt sich am unteren Ende in die zwei Bronchien, die die Luft in die beiden Lungenflügel leiten. Die Lungenflügel kleiden den Brustraum vollständig aus und lassen nur für das Herz auf der linken Seite Platz. Dadurch, daß die Lunge mit dem Lungenfell unmittelbar am Rippenfell anliegt, vermag sie bei der Ausdehnung des Brustkorbs die Bewegung mitzumachen: Wir atmen ein. Eigene Muskulatur kommt der Lunge nicht zu; sie wird passiv mit der Erweiterung des Brustraums (Hebung der Rippen oder Senkung des Zwerchfells) gebläht. Im Innern ist die Lunge schwammartig mit Lungenbläschen (Alveolen) ausgefüllt, die durch ihre große Oberfläche einen intensiven Gasaustausch möglich machen.

Haut

Aufgaben der Haut: Die Haut ist in erster Linie Abgrenzung des Körpers nach außen. Damit hängt die Schutzfunktion zusammen: Ihre Elastizität verhindert Verletzungen, Fetteinlagerungen wirken isolierend (Schutz vor Wärmeverlust nach außen). Die Haut ist aber auch Sinnesorgan; hier liegen Rezeptoren für Wärme, Kälte, Druck und Schmerz. Schließlich ist die Haut auch Ausscheidungsorgan: Durch die Schweißdrüsen verdunstet Flüssigkeit, die gleichzeitig Abfallstoffe mitnimmt. Die Verdunstung von Schweiß bringt auch Abkühlung (Verdunstungskälte), was zur Wärmeregulierung beiträgt.

Bau der Haut: Die Haut des Menschen besteht aus drei Schichten: Oberhaut (Epidermis), Lederhaut (Cutis) und Unterhaut (Subcutis). Eine besondere Keimschicht der Oberhaut produziert fortwährend Zellen nach außen, die an manchen Körperstellen dicke Polster bilden. Da ihre Versorgung durch das Blut an der Außenseite nicht mehr gewährleistet ist, sterben sie ab (Hornhaut). Pigmenteinlagerung in der Oberhaut bedingt eine mehr oder weniger dunkle Färbung. Die Pigmentbildung nimmt im Licht als Folge der Ultravioletteinstrahlung zu, was gleichzeitig vor zu tiefem Eindringen der Strahlung in den Körper schützt. Die Lederhaut ist gut mit Blutgefäßen und Nerven versorgt und enthält außerdem die Schweißdrüsen. Die Haare sind von der Oberhaut aus in die Lederhaut eingesenkt und werden von hier aus ernährt. Die darunterliegende Unterhaut enthält voluminöse fett-speichernde Zellen und dient nicht zuletzt auch als Vorratslager für diesen Nahrungsstoff.

Die Sinnesorgane

Alle Sinnesorgane des Menschen stehen mit dem Zentralnervensystem (Gehirn und Rückenmark) in Verbindung. Hier erfolgt die Verarbeitung der Reize, die die Sinnesorgane an der Peripherie des Körpers aufnehmen.

Geruchssinn: Die Innenwände der Nasenmuscheln sind mit einer Riechschleimhaut ausgekleidet, die Riechzellen enthält und von Schleim bedeckt wird. Stoffe, die wahrgenommen werden sollen, müssen sich in dem Schleim lösen und werden dann von den Härchen der winzigen Riechzellen auf noch unbekannte Weise registriert. Die Fläche der Riechschleimhaut ist bei uns klein im Verhältnis zu der gewisser Tiere (zum Beispiel des Hundes). Wir haben daher nur ein verhältnismäßig schlecht ausgebildetes Geruchsvermögen.

Geschmackssinn: Unsere Zunge nimmt nur die Geschmacksqualitäten süß, sauer, salzig und bitter wahr. Häufig überdecken jedoch Geruchsempfindungen die Geschmackswahrnehmungen; beide sind mitunter nicht voneinander zu trennen. Auch hier sind spezielle Geschmackszellen die eigentlichen Rezeptoren. Sie erkennen nur Stoffe, die sich im Speichel oder in einer Flüssigkeit gelöst befinden. Nicht alle Stellen unserer Zunge sind gleich empfindlich. Die Spitze schmeckt vor allem süße Speisen, die Seiten sind für salzig und sauer zuständig, und am Zungengrund liegt die Reizzone für bitter.

Gehörsinn: Der Gehörsinn ist auf einen Teil des Inneren Ohres, die Schnecke, beschränkt. Äußeres Ohr (Ohrmuschel, Gehörgang, Trommelfell) und Mittelohr (Paukenhöhle mit den Gehörknöchelchen Hammer, Amboß und Steigbügel und der Ohrtrumpete als Verbindung zum Rachenraum) übertragen die Schallschwingungen lediglich auf das Ovale Fenster des Innenohres. Die Schwingungen laufen in der Gehörfüssigkeit den oberen Schneckenkanal hinauf, den unteren herunter und reizen dabei Sinneszellen im mittleren Kanal (häutigen Labyrinth). – Im Vorhof befindet sich das Gleichgewichtsorgan; die drei Bogengänge nehmen Drehbewegungen wahr.

Gesichtssinn: Der Mensch besitzt ein Kameraauge (Linsenauge), das den Lichteinfall mit Hilfe einer Irisblende reguliert und die Schärfe des Bildes auf der Netzhaut durch eine Linse einstellt. Auf der Netzhaut entsteht ein umgekehrtes Bild, das in der Nähe der Augennachse (Gelber Fleck)

am genauesten ist. Hier befinden sich vorzugsweise die für das Farbsehen zuständigen Zäpfchen. Mehr an der Peripherie liegen die für das Helldunkelsehen verantwortlichen Stäbchen. Bei Weitsichtigkeit entsteht das scharfe Bild erst hinter der Netzhaut, weswegen eine Sammellinse den Fehler beheben muß. Kurzsichtige entwerfen das scharfe Bild vor der Netzhaut und müssen Zerstreuungslinsen in ihrer Brille tragen.

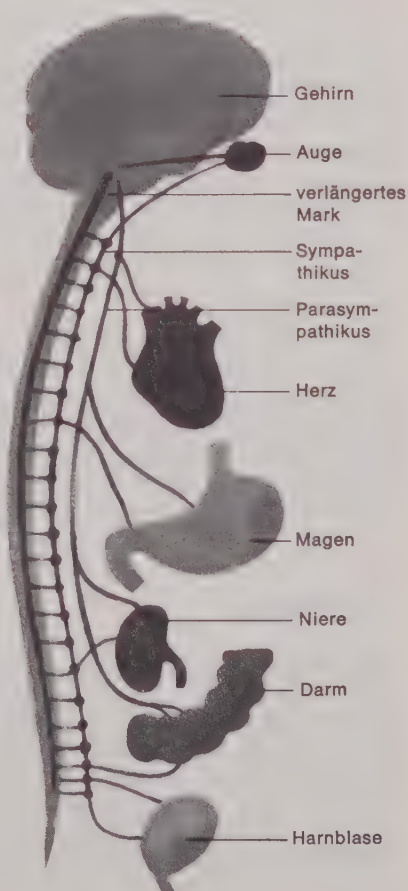
Tastsinn: Der in der Haut liegende Tastsinn bedient sich besonderer Zellstrukturen (Tastkörperchen), ist aber wie der Druck-, Wärme-, Kälte- und Schmerzsinns im wesentlichen auf die Tätigkeit freier Nervenendigungen angewiesen. Die Empfindlichkeit für die spezifischen Reize ist an den einzelnen Körperstellen verschieden groß.

Nervensystem

Das Nervensystem des Menschen läßt sich gliedern in ein animales und ein vegetatives. Das erstere ist das bei weitem bekannteste und besteht aus Zentralnervensystem (Gehirn und Rückenmark) und peripherem Nervensystem; letzteres umfaßt die vielen Nervenstränge, die von den Zentralen in den Körper laufen. Sie versorgen beispielsweise die quergestreifte, vom Willen abhängige Muskulatur. Das vegetative, autonome oder Eingeweidennervensystem besteht aus dem Vagusnerv (Parasympathicus) und seinem Gegenspieler, dem Sympathicus, einem Strang von Nervenknoten, die dem Rückenmark parallel laufen. Dieses System versorgt die glatte Eingeweidemuskulatur, die dem Willen nicht unterworfen ist. Der eine Partner beschleunigt, der andere verlangsamt jeweils die Organtätigkeit; halten sich beide die Waage, so ist der Lebensablauf normal. Starke äußere Einflüsse (Schock) greifen vom animalen auf das vegetative Nervensystem über (Erröten, Erblassen, Übelkeit, Herzbeschleunigung usw.).

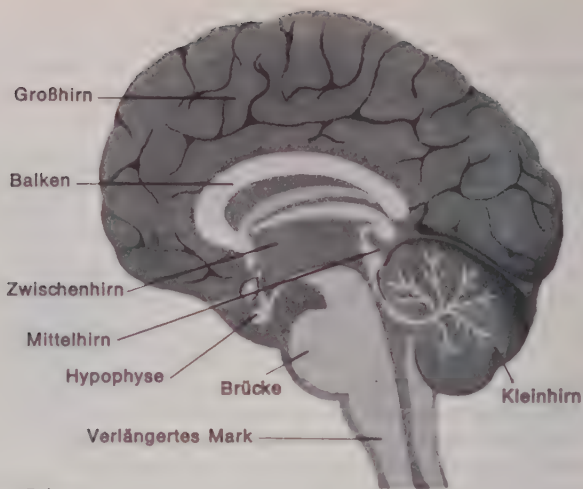
Die Nervenzellen sind charakterisiert durch die kürzeren Dendriten und die sehr langen Neuriten (Nervenfasern). Dendriten (Endbäumchen) dienen der Verknüpfung von Zellen, die nahe beieinanderliegen. Neuriten leiten die Erregung über weite Strecken und sind zum Teil von einer Markscheide umkleidet. Als Nerv bezeichnet man mehrere Neuriten, die zu einem kabelartigen Bündel zusammengefaßt und von einer besonderen Hülle umschlossen sind.

Alle Nerven, die eine Erregung vom Reizort (Sinneszelle) zur Zentrale (Rückenmark und



Schematischer Überblick über das Nervensystem.

Animales Nervensystem: Gehirn, verlängertes Mark und Rückenmark. Vegetatives Nervensystem: Sympathikus und Parasympathikus. Gehirn, Rückenmark und Nerven sind stark vereinfacht gezeichnet und nur wenige einzelne Nervenfasern angedeutet. Die Nervenzentren für das vegetative Nervensystem liegen vor allem im verlängerten Mark



Längsschnitt durch das Gehirn

Gehirn) leiten, heißen sensible Nerven. Alle, die umgekehrt eine Erregung von der Zentrale zum Erfolgsort (Muskel, Drüse) leiten, nennt man motorische Nerven. Das Rückenmark ist in der Lage, einen von außen kommenden Reiz ohne Mithilfe des Gehirns zu beantworten. Wir sprechen in einem solchen Fall von einem Reflex. Beispiel: Berühren wir unversehens mit dem Finger einen heißen Ofen, so ziehen wir den Finger zurück (unbedingter Reflex); läuft uns beim Autofahren ein Passant vor den Wagen, treten wir sofort auf die Bremse (bedingter oder erlernter Reflex, da dieses Verhalten nicht angeboren ist). Das Gehirn ist in keinem der Fälle unmittelbar beteiligt. Es wird erst nach der Reizbeantwortung von dem Verhalten „in Kenntnis gesetzt“. Die Verbindung Reizort (Sinneszelle)-sensibler Nerv-Rückenmark-motorischer Nerv-Erfolgsorgan (Muskel, Drüse) heißt Reflexbogen.

Das Gehirn als wichtigster Teil des Nervensystems besteht aus Groß-, Zwischen-, Mittel-, Klein- und Nachhirn. Das Großhirn (vor allem die Rinde) ist der Ort der Denkfähigkeit, der Sprachbildung, des Erinnerns und der Empfindung; Großhirnentwicklung ist Voraussetzung für das Menschsein. Im Zwischenhirn laufen die Sehnerven von den Augen zusammen. Hier liegen auch wichtige Hirnanhänge (Hypophyse, Epiphyse). Das Mittelhirn hat bei uns geringe Bedeutung. Das Kleinhirn ist für die Verarbeitung der Gleichgewichtsreize zuständig, während das Nachhirn als verlängertes Mark vor allem Reflexzentrum ist (Atmung, Schweißabsonderung usw.).

Hormonsystem

Neben dem Nervensystem steuert auch ein sinnvoll ausgewogenes Wechselspiel von Hormonen unsere Körpertätigkeit. Hormone sind Wirkstoffe, die im Gegensatz zu den aus der Nahrung aufgenommenen Vitaminen von eigenen Zellen oder Drüsen des Körpers hergestellt werden und auf dem Weg über das Blut an bestimmten Stellen des Organismus ihre Wirkung entfalten. Hormondrüsen oder Drüsen innerer Sekretion sind vor allem: Epiphyse (Zirbeldrüse), Hypophyse, Schilddrüse, Thymusdrüse, Nebenniere, Bauchspeicheldrüse, Keimdrüsen. Beispiel: Die Schilddrüse, die in der Nähe des Kehlkopfes liegt, produziert das Hormon Thyroxin, das alle Stoffwechselvorgänge anregt. Zu geringe Thyroxinbildung führt zu Müdigkeit, Apathie und zu einer Verzögerung des Wachstums. Überproduktion äußert sich in Unruhe, Beschleunigung der Herz-

tätigkeit und ständigem Hungergefühl. – Meist stehen zwei oder mehr Hormone verschiedener Drüsen in Wechselwirkung miteinander: Adrenalin der Nebenniere und Insulin der Bauchspeicheldrüse regulieren gemeinsam den Zuckerstoffwechsel des Körpers.

Fortpflanzungsorgane

Die männlichen Keimzellen (Samenzellen, Spermien) werden im Hoden gebildet, die weiblichen Keimzellen (Eizellen) in den Eierstöcken. Die Hoden sind paarige Organe, die im Hodensack liegen. Sie erzeugen während der Zeit der Geschlechtsfähigkeit durch fortwährende Zellteilungen ungeheuer viele Samenzellen, die zunächst im Nebenhoden gespeichert werden. Die Nebenhoden, ferner die Samenblasen und die Vorsteherdrüse (Prostata) bilden eine Flüssigkeit, mit der zusammen die Samenzellen bei der Ejakulation aus dem erigierten Penis ausgestoßen werden. In den Eierstöcken, die ebenfalls paarig angelegt und beim weiblichen Organismus rechts und links neben der Wirbelsäule dicht bei den Nieren lokalisiert sind, bilden sich die Eizellen. Im Vergleich zu den Samenzellen ist ihre Zahl gering und liegt von Anfang an fest; während der Geschlechtsentwicklung reifen die Eizellen lediglich heran. Beim Eisprung gelangt ein Ei aus dem Eierstock in den Eileiter und wandert diesen abwärts in Richtung auf den Uterus (Gebärmutter). Die Uterusschleimhaut hat sich unter der Wirkung besonderer Hormone auf die Einbettung des Eies vorbereitet. Bleibt das Ei unbefruchtet, so wird es zusammen mit der Uterusschleimhaut als Menstruationsblutung abgestoßen. Sind durch den Begattungsvorgang Samenzellen in die Scheide und in die Gebärmutter gelangt, so steigen sie durch aktive Bewegung in die beiden Eileiter auf und können dort ein Ei befruchten (Verschmelzung von Eizelle und Samenzelle). Das befruchtete Ei nistet sich dann in die Uterusschleimhaut ein und wird von dieser ernährt. Es bildet sich ein junges Lebewesen aus.

Beim weiblichen Organismus wechseln Eisprung und Menstruationsblutung im Abstand von 12 bis 14 Tagen ab. Die Vorgänge sind hormongesteuert (Ineinandergreifen von Hypophysen- und Keimdrüsenhormonen). Die sogenannten Ovulationshemmer („Antibabypille“) verändern den Hormonhaushalt so, daß der Eisprung unterbleibt, die Menstruation aber nicht gestört wird.

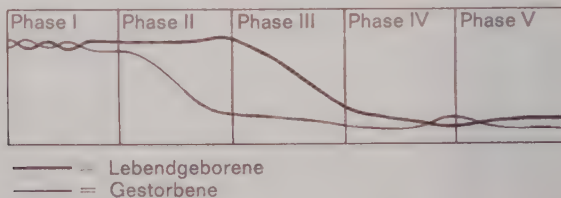
Die Individualentwicklung des Menschen

Hat sich die befruchtete Eizelle in die Uterusschleimhaut eingebettet, so wird sie vom Blutgefäßsystem der Mutter ernährt. Schon nach den ersten Embryonalstadien (Organdifferenzierung) bildet sich in dem jungen Lebewesen ein eigenes Blutgefäßsystem aus, so daß keine Vermischung der Körperflüssigkeiten eintritt. Durch den Mutterkuchen (Placenta) erfolgt zwar die Ernährung und die Versorgung mit Sauerstoff, doch wirken die Zellschichten für die meisten Substanzen als schützende Barriere (Ausnahmen: Nikotin, Alkohol, manche Arzneimittel können vom mütterlichen Körper auf das Kind übergehen). Bei der Geburt wird die Verbindung mit der Mutter (Nabelschnur) unterbrochen, das Kind wird selbständig. Unbedingte Reflexe (Atmen, Saugen) gewährleisten diesen Übergang. Die Muttermilch sorgt für natürliche Nahrungszufuhr. Der Kontakt zur Umwelt und vor allem der liebevolle Einfluß der Mutter prägen die spätere Persönlichkeit schon in den ersten Monaten („Urvertrauen“). Mit 6 Jahren ist das erste starke Längenwachstum vorüber, das Kind geht in die Breite. Mit dem Beginn der Pubertät setzt erneutes Wachstum ein, und die sekundären Geschlechtsmerkmale werden allmählich ausgebildet. Mit der Geschlechtsreife ist aber die geistige und seelische Reife meist noch nicht erreicht, was zu emotionalen Spannungen gegenüber der Umwelt führt. Mit etwa 21 Jahren ist der Mensch erwachsen. Die Hauptschaffenszeit – ideale Verknüpfung von körperlicher und geistiger Leistungsfähigkeit – dauert bis etwa zum 40. Lebensjahr. Danach lassen Spannkraft und Konzentrationsfähigkeit nach. Bei der Frau beginnen die Wechseljahre (Beendigung der Geschlechtstätigkeit). Im Alter führt schließlich der Ausfall wichtiger Hirnzentren zum Tod, wenn nicht vorher andere körperliche Defekte oder Krankheiten das Ende bringen.

Probleme des modernen Menschen

Durch die immer stärkere Entwicklung von Naturwissenschaft, Medizin und Technik sind Umstände eingetreten, mit denen vergangene Generationen noch nicht konfrontiert wurden. Hier sind zu nennen:

1. Die Verlängerung des Lebensalters und die Senkung der Kindersterblichkeit infolge der medizinischen Fortschritte hat zu einem Anstieg der Weltbevölkerung geführt, der einer Bevölkerungsexplosion gleicht. Durch Verringerung der Geburtenrate könnte rein theoretisch die Gefahr gebannt werden, doch stehen dem die nationalen Machtansprüche vieler Staaten im Wege (Ausweitung des Territoriums durch Übervölkerung). Global ist an eine Verringerung nicht zu denken. Ein möglicher Weg wäre die möglichst schnelle Überführung der Entwicklungsländer aus dem gegenwärtigen Zustand in den der Industriestaaten, denn dort nimmt mit steigender Zivilisation die Kinderzahl ab: Von der ursprünglichen, stationären Phase I geht die Erdbevölkerung in die Phase II über, die die Sterbeziffer dank der medizinischen Erfolge senkt. Hier droht Gefahr, wenn nicht möglichst bald Phase III (Senkung der Geburtenzahl durch Ovulationshemmer usw.) eintritt. Nach einer Übergangsphase IV (Überalterung) kann man mit einem Einpendeln (Phase V) im niedrigeren Bereich rechnen. Das aber setzt eine neue Sexualethik und Familienplanung voraus.
2. Die Ernährungsbedingungen müssen grundlegend verbessert werden: Erschließung neuer Landgebiete, bessere Nutzung der bereits bearbeiteten Flächen durch Düngung und Bewässerung, Nahrungsbeschaffung aus dem Meer (Fische, Algen), Umwandlung von Meerwasser in Süßwasser, Züchtung neuer Tier- und Pflanzenrassen.
3. Erzeugung zusätzlicher Energie durch Wasserkraftwerke und Atomreaktoren.
4. Ausbeutung neuer Rohstoffquellen, vor allem durch Abbau der Erzlager auf dem Meeresgrund und der Ölvorräte unter dem Boden der Ozeane.
5. Reinhaltung und Erhaltung der natürlichen Umwelt, die immer stärker in Kulturlandschaft verwandelt wird. Die Lösung der Abwasserprobleme, der Luftverunreinigung, der Pestizidverseuchung, der Müllablagerung und vieler anderer Probleme wird innerhalb der nächsten Generation nicht zu umgehen sein.
6. Fragen der Eugenik werden im Zusammenhang mit immer häufiger auftretenden Erbschäden durch Umwelteinflüsse diskutiert werden müssen. Negative Eugenik versucht, schlechtes Erbgut durch Verhinderung der Fortpflanzung bestimmter Personengruppen auszumerzen. Positive Eugenik sieht ihr Ziel in einer bevorzugten Vermehrung derjenigen Personen, die ein günstiges Erbgut aufweisen. Heute ist man noch weit von einer sinnvollen und vor allem erfolgversprechenden Eugenik entfernt (Frage nach „gutem“ und „schlechtem“ Erbgut). Es bleibt fraglich, ob eine eventuelle Manipulierbarkeit des Erbgutes in der Zukunft zum Segen der Menschheit genutzt werden könnte.



Das Verhältnis von Geburtenziffern und Sterbeziffern während der Industrialisierung in Europa (Schema: nach Schubnell). Erklärung im Text

GRUNDZÜGE DER BIOLOGIE

Seit dem vorigen Jahrhundert ist die Biologie keine statische Wissenschaft mehr, sondern eine dynamische. Sie erschöpft sich nicht in einer Katalogisierung und Ordnung der Lebewesen, sondern erkennt die Wandlungen und Entwicklungen der Organismen. Die Evolutionstheorie hat der Biologie einen völlig neuen Aspekt gegeben. Als logisches Postulat bleibt die Urzeugung der Ausgangspunkt aller Betrachtungen. Vom Leben selbst können wir nur einige Kriterien (Gestalt, Stoffwechsel, Fortpflanzung, Wachstum, Reizbarkeit) angeben, sein eigentliches Wesen jedoch nicht fassen. Nach wie vor stehen sich zwei konträre Ansichten gegenüber: Der Vitalismus nimmt an, daß allen lebenden Wesen ein besonderes Prinzip (Lebenskraft, *vis vitalis*, *Entelechie*) innewohnt, das sie grundsätzlich von toten Objekten unterscheidet. Dieser Lebenskraft sei dann letzten Endes auch das Entwicklungsgeschehen (Arbeitsteilung der Zellen, Tendenz zu immer komplizierteren Bauplänen usw.) zuzuschreiben. Eine experimentelle Beweisführung, die zur Aufdeckung einer solchen Kraft beitragen könnte, ist nicht möglich. Sie entzieht sich einer Deutung um so stärker, je intensiver man ihr nachspürt. Der Mechanismus geht demgegenüber von der Annahme aus, alles Lebendige sei nur eine besonders komplizierte Erscheinungsform von physiko-chemischen Vorgängen, die sich grundsätzlich überall auf der Erde – auch im Bereich der toten Objekte – abspielen. Das Leben sei nichts Eigenständiges, sondern lediglich „angewendete Physik und Chemie“. Die Fortschritte der letzten Jahrzehnte auf dem Gebiet der Biochemie, das Eindringen in immer kleinere Dimensionen des Zell- und Molekulargeschehens, könnten zu der Ansicht verleiten, wir hätten das Urphänomen des Lebens schon erreicht. In Wirklichkeit erwachsen aus diesen Forschungen jedoch nur immer diffizilere Fragen über die Lebensvorgänge, und die Probleme erlauben in keiner Weise eine Entscheidung für oder gegen Vitalismus oder Mechanismus. So müssen diese Anschauungen letztlich in das Gebiet der Philosophie verwiesen werden, da eine experimentelle Klärung grundsätzlich unmöglich erscheint. „Erst wenn es gelingen sollte, ein vollwertiges Lebewesen aus absolut toten Bestandteilen aufzubauen, hätte der Materialismus gesiegt.“

Die Biologie sollte sich aber auch im klaren darüber sein, daß alle ihre Aussagen nur Teilgebiete darstellen. Schon Sinneseindrücke sind exakt nicht faßbar. Emotionen und Stimmungen, die ja doch sicherlich den Menschen wie viele Tiere prägen, entziehen sich jeder Definition. Ebenso vermag der Mensch nichts darüber auszusagen, ob das Leben irgendeinem metaphysischen Ziel zustrebt, „einen Sinn hat“. Hier sind die Grenzen der Biologie erreicht.

Begriffsbestimmungen

<i>Analog:</i>	Analog nennt man Organe oder Verhaltensweisen, die gleiche Funktion, doch verschiedene stammesgeschichtliche Entwicklung haben. Ihre Ähnlichkeit beruht auf Konvergenz.
<i>Bakteriophagen:</i>	Viren, die Bakterien befallen und zerstören.
<i>Biogenetisch:</i>	die Entstehung der Lebewesen betreffend.
<i>Centriol:</i>	Zentralkörperchen, im Cytoplasma gelegenes Körnchen, das eine Rolle bei der Zellteilung spielt.
<i>Chemosynthese:</i>	Erzeugung von chemischen Verbindungen in blattgrünlosen Pflanzen, wobei die Energie nicht aus dem Sonnenlicht, sondern aus chemischen Vorgängen stammt.
<i>Chitin:</i>	Harter, elastischer Stoff, der das Außenskelett von Gliederfüßern bildet.
<i>Chlorophyll:</i>	Blattgrün; der grüne Farbstoff in Pflanzen.
<i>Chloroplasten:</i>	Winzige Bestandteile pflanzlicher Zellen, die den grünen Blattfarbstoff (Chlorophyll) enthalten.
<i>Chromoplasten:</i>	Winzige Bestandteile pflanzlicher Zellen, die gelbe bis rote Farbstoffe enthalten.
<i>Chromosomen:</i>	Fadenförmige Zellkernbestandteile, die in der Zelle als Informationsspeicher und Befehlsgeber fungieren.
<i>Cytoplasma:</i>	Die schleimige, farblose Grundsubstanz der Zelle, in der die übrigen Bestandteile eingebettet liegen.
<i>Diffusion:</i>	Unter Diffusion versteht man die Erscheinung, daß Stoffe, die miteinander mischbar sind und unmittelbar aneinandergrenzen, sich allmählich gegenseitig durchdringen.
<i>Emulgieren:</i>	Feines Verteilen (Durchmischen) von Flüssigkeiten, die sich nicht ineinander lösen.
<i>Enzyme:</i>	Organische Stoffe, die die Lebensvorgänge in den Zellen lenken; gleichbedeutend mit dem Begriff Fermente.
<i>Evolution:</i>	Entwicklung der Lebewesen im Laufe erdgeschichtlicher Zeiträume.
<i>Fossilien:</i>	Versteinerte Überreste oder Abdrücke von Lebewesen vergangener Erdzeiten.
<i>Homolog:</i>	Homolog nennt man Organe oder Verhaltensweisen von gleicher stammesgeschichtlicher Herkunft, deren Funktion aber verschieden sein kann.
<i>Konjugation:</i>	Eine besondere Art der geschlechtlichen Fortpflanzung bei einzelligen Lebewesen, zum Beispiel bei Pantoffeltierchen; hierbei werden Kernteile zwischen zwei Organismen ausgetauscht.
<i>Konvergenz:</i>	Von Konvergenz spricht man in der Biologie, wenn ursprünglich unähnliche Organe verschiedener Organismen infolge gleicher Funktion im Verlauf der Evolution einander ähnlich werden.
<i>Leukoplasten:</i>	Winzige Bestandteile pflanzlicher Zellen, die farblos sind und in Chloroplasten übergehen können.
<i>Mitochondrien:</i>	Winzige Strukturen im Cytoplasma, in denen sich die energieliefernden Oxidationsvorgänge abspielen.
<i>Mutation:</i>	Spontan auftretende oder künstlich ausgelöste Veränderungen des Erbgutes.
<i>Myzelien:</i>	Feine, zellige Fadengeflechte bei Pilzen.
<i>Nucleinsäuren:</i>	Chemische Verbindungen, die in den Zellen als Speicher und Überträger von Erbinformationen dienen.
<i>Nukleolus:</i>	Farbbare, körnige Struktur im Zellkern, deren Bedeutung noch weitgehend unbekannt ist.

Parasitismus:	Parasitismus liegt dann vor, wenn ein Organismus auf Kosten eines anderen lebt, auf oder in ihm schmarotzt.
Photosynthese:	Erzeugung von chemischen Stoffen unter Einwirkung von Licht; im engeren Sinn die Bildung von Zucker in der grünen Pflanze bei Sonnenlicht.
Plastiden:	Sammelbezeichnung für Chloroplasten, Chromoplasten und Leukoplasten.
Prophase:	Erster Teil der indirekten Zellkernteilung.
Schulp:	Rückgebildete Panzerung bei Tintenfischen, als harte, kalkige Einlagerung in der Haut erhalten geblieben.
Substrat:	Substanz, auf der sich ein biologischer oder chemischer Vorgang abspielt.
Symbionten:	Organismen, die miteinander leben und sich gegenseitig Nutzen bringen.
Symbiose:	Das Zusammenleben artverschiedener Organismen zu gegenseitigem Nutzen.
Tracheen:	Luftgefüllte Atemröhren im Körper von Insekten und anderen Gliederfüßern.
Vakuole:	Flüssigkeitsgefüllter Hohlraum in Zellen.
Zygote:	Befruchtete Eizelle.

GESAMTSTICHWORTVERZEICHNIS

A

Aachen 262
 Aargau 285
 Abaco, Gr.- und Kl.- 256
 Abakus (Rechentafel) 303
 Abbe, Ernst 125
 Abbiegen (im Straßenverkehr) 197
 Abblendlicht 200, 205
 ABC-Waffen 149
 Abendland 93 ff.
 Aberration, chromatische 494
 —, sphärische 494
 Abessinien 146, 255
 —-Krieg 135
 Abgeordneter 149
 Abidjan 260
 Abkürzungen 49
 Ablaut 22
 Ableitung 22
 Abrüstung 149
 absitzen (Chem.) 570
 Absolutismus 109
 Abstammungslehre 686 ff., 690
 Abstand halten (im Straßenverkehr) 196
 Abstimmung 149
 Abstrakta 15f.
 Abu Dhabi 292
 Abukir, Seeschlacht bei 119
 Abwertung 149
 Accra 264
 Acetaldehyd (Äthanal) 614, 616
 Acetate 617
 Aceton (Dimethylketon) 618
 Acetylen (Äthin) 606, 614
 Achromate (Linsensysteme) 494
 Aconcagua 237, 252, 258
 Actinoide 585
 Adamaua 270
 Adana 291
 Addis Abeba 255
 Addition 305f.
 Additionsverfahren 360f.
 Adelaide 255
 Aden 270
 Adenauer, Konrad 132, 138, 140
 Adjektiv (Eigenschaftswort) 17f., 27
 Adjunktion (Math.) 425
 Adrenalin 701
 Adria 267
 Adrianopel, Schlacht bei 91f.
 Adschman 292
 Adverb (Umstandswort) 20
 Adverbiale (Umstandsbestimmung) 26
 Adverbialsatz 29
 Ägäisches Meer 264

Ägypten 254
 — (der Pharaonen) 77
 Aegyptopithecus 690
 Ähnlichkeit (Math.) 385
 Äquator 229
 Äquatorial-Guinea 266
 Äquatorradius 214
 Äquinoktium 230
 Äquivalentgewicht 576
 Äquivalenz (Bijunktion) (Math.) 426
 Äthan 604, 606
 Äthandisäure (Oxalsäure) 644
 Äthanol (Äthylalkohol) 613, 642
 Äthansäure (Essigsäure) 642
 Äthen (Äthylen) 605
 Äthin (Acetylen) 606
 Äthiopien 250, 255
 Äthyl-äther (Äther) 642
 — -alkohol (Äthanol) 613, 642
 Ätna 228, 237, 268
 Afars 263
 Affen 657
 Affinität (Chem.) 576
 Afghanistan 254
 Afrika 249f.
 AG = Aktiengesellschaft 149
 Agadir 229
 Agana Heights 265
 Aggregatzustand 480, 569
 Aggression 149
 Agitation 149
 Agulhas Negras 257
 Aiun 287
 Akkader 78
 Akkon 100
 Akkusativ (Wen-Fall) 13, 17
 — objekt 27
 Akropolis (von Athen) 83
 Aktinium 583
 Aktionsprinzip 451
 Aktiv (Tatform, Tätigkeitsform) 13, 15
 Aktium, Schlacht bei 89
 Akustik 470 ff.
 Alai-Gebirge 246
 Alarich, Westgotenkönig 92
 Alba (Herzog) 106
 Albanien 254
 Albertsee 250, 291
 Ålborg 259
 Alchemie (od. Alchimie) 569
 Aldehyde 616
 Aletsch-Gletscher 237
 Alexander der Große 85f., 242
 Alföld 291
 Algen 660
 Algerien 143, 229, 254

Algier 254
 Algonkium 223
 Alkalimetalle (Phys.) 553, 590f.
 Alkane 603 ff.
 Alkene 605f.
 Alkine 606
 Alkohole 613 ff.
 Alleghamies 293
 Alleghanygebirge 251
 Allgemeine Zahlen 362f.
 Allgemeiner Deutscher Arbeiter Verein 124
 — Arbeiterschaftsverband 124
 — Gewerkschaftsbund 132
 — Postverein (Gründung) 125
 Allgemeines Preussisches Landrecht 116
 Allia, Schlacht an der 87
 Alluvium 223
 Alma Ata 286
 Almagest 213
 Alpaka 637
 Alpen 245
 Alphabet 12
 —, griechisches 365
 Alpha-Strahlen 582
 — -Zerfall 582
 Alpidische Gebirgsbildung 223
 Altai-Gebirge 246, 276, 286
 Alternative 149
 — (Math.) 425
 Altocumulus 241
 Altostratus 241
 Aluminium 597, 638
 — bronze 637
 — carbid 635
 — chlorid 635
 — nitrat 635
 — oxid (Tonerde) 635, 638
 — sulfat 635
 Alveolen (Lungenbläschen) 697
 Amazonas 236, 252, 257
 Ameisensäure (Methansäure) 617, 635
 643
 Amerigo Vespucci 101, 242, 251
 Amerikanischer Unabhängigkeitskampf 115f.
 Amman 268
 Amino-benzol (Anilin) 608, 642
 — -gruppe 608
 — -plaste 624
 — -säuren 620 ff., 627, 685
 Ammoniak 598, 636
 Ammoniten 655
 Ammonium-bicarbonat 636
 — -bromid 636

- Ammonium-carbonat 636
 - -chlorid (Salmiak) 598, 636, 638
 - -cyanat 603, 636
 - -hydroxid 636
 - -nitrat (Ammonsalpeter) 599, 636, 638
 - -rhodanid 636
 - -sulfat (Ammonsulfat) 598, 630, 638
 - -sulfid 636
- Ammonsalpeter 599, 636, 638
- Amnestie 149
- Amöbe (Wechseltierchen) 649
- Amon (ägyptische Gottheit) 78
- Ampeln 194f.
- Ampere 507, 514
 - meter 519
 - sekunde 507
- Amphibien (Lurche) 656
- Amplitude 466
- Amsterdam 278
- Amu-Darja 236
- Amur 236
- Amylalkohol (Pentanol) 614
- Amylase (Diastase) 627
- analog 688, 704
- Anaphase 665
- Anapurna 277
- Anarchie 149
- Anatolien 229, 291
- Anatomie, vergleichende 688
- Anaximander 81
- Änden 252, 258
- Ändorra 254
- Ändorra la Vella 254
- Ändreaskreuz 199
- Ändros 256
- Änkesit 224
- Anführungszeichen 39
- Ängara 236
- Anglikanische Kirche 109
- Ängola 254
- Ängström 448
- Änguilla 293
- Änilin (Aminobenzol) 608, 642
- Änionen 587
- Änkara 291
- Ännexion 149
- Änode (Chem.) 579, 645
- Äntarktis 230, 153
- Änthocan (Blumenblau) 642
- Änthracen 608
- Änthropo-Geographie 211
- Äntibabypille 701
- Äntibalkan 258
- Äntigua 293
- Äntikörper 697
- Äntikominternpakt 135
- Äntilibanon 273, 289
- Äntillen, Niederländische 278
- Äntimon 597
 - -chlorid 637
 - -wasserstoff 637
- Äntiochos III. 87
- Äntioquia 272
- Äntisemitismus 149
- Äntofagasta 252
- Äntonius, Marcus 88f.
- Äntonius Pius, röm. Kaiser 90
- Äntwerpen 256
- Änziedungskraft 450
- Äorta 697
- Äpennin 245, 268
- Äphel 465
- Äpogäum 465
- Äpo-Vulkan 281
- Äppalachen 251, 293
- Äppenzell-Außerrhoden 285
 - -Innerrhoden 285
- Äplit 224
- ÄPO – Äußerparlamentarische Opposition 149
- Äpposition (Beifügung) 27, 30
- Äpostrophen (Auslassungszeichen) 40
- Äquae Sextiae 88
- Är 366
- Ärabien 254, 291f.
- Äralsee 236, 246, 286
- Äralokaspische Senke 246
- Ärbeit (Phys.) 452
 - geber 149
 - nehmer 149
- Ärbeitsrecht 149
- Ärchaeopteryx (Urvogel) 656
- Ärchaikum 223
- Ärchimedisches Prinzip 462
- Ärchonten 83
- Ärdennen 256
- Ärequipa 281
- Ärgentinien 253ff.
- Ärhus 259
- Ärkansas 236
- Ärktis 230
- Ärkwright, Richard 116
- Ärmenien 255, 286, 291
- Ärmerikanische Gebirge 244
- Äromastoffe (zu Lebensmitteln) 617f.
- Ärsen-oxid 635
 - -sulfid 635
- Ärterien 697
- Ärthropoden (Gliederfüßer) 652
- Ärtikel (Geschlechtswort) 18
- Äsamajama 228
- Äscension 283
- Äserbeidschan 286
- Äsien 245ff.
- Äskja 228, 268
- Äso-dake 228
- Äsphalt 612
- Ässam 229
- Ässimilation (Photosynthese) 600, 645, 672
- Ässoziiierung 149
- Ässuan-Staudamm 143, 254
- Ässyrer 247
- Ässyrien 78
- Ästronauten 218
- Äsución 281
- Äthabaskasee 270
- Äthen 83, 264
- Äthos (Hagion Oros) 255
- Ätlas (Halswirbel) 693
- Ätlas-Gebirge 250, 254, 273
- Ätmosphäre 238ff.
- Ätmosphärendruck 462
- Ätmosphärischer Wasserhaushalt 239
- Ätmung 672
- Ätmungsorgane 697
- Ätom 506, 571, 572
 - bau 580
 - -bindung 584
 - bombe 136, 143f., 561ff.
 - energie 564
 - gewicht 572, 581
 - kern 551, 557, 580ff.
 - masse 572
 - physik 551ff.
 - reaktor (Kernspaltung) 560
 - -U-Boot (erstes) 141
 - waffensperrvertrag 144
- Äton (ägyptische Gottheit) 78
- Ättila 91
- Ättischer Seebund 83, 86
- Ättisches Reich 83
- Ättribut (Beifügung) 17, 26f.
 - satz 29
- Äuckland 277
- Äufforderungssatz 25
- Äufklärung 113
- Äuftrieb (Phys.) 462
- Äufwertung 149
- Äuge 671, 698
- Äugsburg 262
- Äugsburger Religionsfrieden 103
- Äugust der Starke 112
- Äugustus, röm. Kaiser 90
- Äusdehnung, kubische 477
 - , lineare (Phys.) 476
- Äusfahrt (von Autobahnen) 205
- Äuslassungs-punkte 39
 - -zeichen (Äpostroph) 40
- Äusnahmezustand 149
- Äusrufe-satz 25
 - -wort (Änterjektion) 20
 - -zeichen 36
- Äussagelogik (Math.) 424
 - , Symbole 428
- Äussage-satz 25
 - -weise (Modus) 15
- Äusscheidungsorgane 695
- Äusschuß 149
- Äußenpolitik 149
- Äusterlitz, Schlacht bei 119
- Äustralien 247ff., 255
- Äustralinseln 263
- Äustralopithecus 690
- Äutizid-Verfahren 678
- Äutobahnen 204f.
- Äutobus (im Verkehr) 203
- Äutomation 149
- Äutomatische Sicherung 522
- Äutopannen 209
- Äutotroph 673
- Äwami-Liga 144
- Äzcapotzalco 276
- Äzetan (Propanon) 642
- Äzoikum 223
- Äztekenreich 102

B

Babelthup 280
 Babylon 78
 Babylonien 78
 Babylonier 247
 Babylonische Gefangenschaft (Avignon) 100
 Bach, Johann Sebastian 114
 Baden-Württemberg 261
 Bäreninsel 278
 Bärlappgewächse 661
 Bagdad 267
 Baguio 281
 Bahama-Inseln 255f.
 Bahnübergang 203
 Bahrain-Inseln 256
 Baikalsee 236, 246
 Baken (an Bahnübergängen) 204
 Bakonywald 291
 Bakterien 659f.
 Bakteriophagen 704
 Baku 286
 Balchaschsee 236, 286
 Balearen 245
 Balkan 245, 258
 Balken-Diagramm 351
 Baltimore 292
 Baltischer Landrücken 281
 Baltisches Schild 244
 Bamako 273
 Bandaian 228
 Bandbreite (Phys.) 534
 Bandwurm 651
 Bangkok 289
 Bangla Desh 144, 256, 266f.
 Banjul (Bathurst) 264
 Bank 150
 Bantustan 256, 288
 Bar (Phys.) 460
 Barbados 256
 Barcelona 287
 Barium-carbonat 635
 — -chlorat 635
 — -chlorid 635, 638
 — -chromat 635
 — -hydroxid 635
 — -nitrat 635
 — -peroxid 635
 — -sulfat 635
 Barquisemoto 292
 Bartflechte 661
 Bartholomäusnacht 106
 Basalt 224
 Basel 229
 — -Land 285
 — -Stadt 285
 Basen (Laugen, Hydroxide) 579
 Basse-Terre 265
 Bastille 117
 Bathurst 264
 Bauchspeicheldrüse 700
 Bauernaufstand 104
 Bayern 261
 Bazillen 659
 Beamter 150

Bebel, August 124
 Beethoven, Ludwig van 114
 Befehlsform (Imperativ) 15
 Befruchtung 701
 Behaim, Martin 105
 Beifügung (Attribut, Apposition) 26f.
 Beirut 273
 Beistrich (Komma) 37
 Beka 273
 Belemniten 655
 Beleuchtung (von Fahrzeugen) 200
 Beleuchtungseinricht. (Fahrräder) 202
 Beleuchtungsstärke 497
 Belgien 256
 Belgrad 270
 Belisar 93
 Belize 256
 Bengasi 273
 Benguela-Strom 234
 Ben Gurion, David 140
 Benin-Golf 286
 Ben Nevis 265
 Benz, Carl 125
 Benzaldehyd 642
 Benzin 605, 642
 Benzoesäure (Benzolkarbonsäure) 618, 642
 Benzol 607f., 642
 — -dikarbonsäure (Phtalsäure) 644
 — -hydroxykarbonsäure (Salizylsäure) 644
 — -karbonsäure (Benzoessäure) 642
 — -sulfonsäure 608
 Berge, große 237
 Bergen 279
 Bergius-Verfahren 611
 Beringstraße 251
 Berlin 150, 260, 262
 Berlin-Abkommen 150
 Berliner Mauer 143
 Bermuda-Inseln 256
 Bern 281f.
 Beryllium 595
 — hydroxid 635
 Besatzungsstatut 140
 Beschleunigungstreifen (an Autobahnen) 205
 Betschuanaland 257
 Besitzanzeigendes Fürwort (Possessivpronomen) 19
 Beskiden 290
 Bessemerbirne (Geschichte) 124
 Bessemer-Verfahren 593
 Bestäubung 662
 Bestimmungswort 22
 Betastrahlen 582
 Betazerfall 582
 Beton 601
 Beugung des Hauptwortes (Deklination) 17
 Beugungsgitter 469
 Beuteltiere 657
 Bevölkerungsexplosion 702
 Bewegung (Phys.) 449f.
 —, geradlinig gleichförmige 449
 —, gleichmäßig beschleunigte 450

Bezirke der Deutschen Demokratischen Republik (DDR) 261
 Bezügliches Fürwort (Relativpronomen) 19
 BGB — Bürgerliches Gesetzbuch 150
 Bhutan 256
 Biafra 256, 278
 Bilbao 287
 Bielefeld 262
 Bierbrauerei 614
 Bierwürze 614
 Bijunktion (Math.) 426
 Bikini 275
 Bildröhre (Fernsehen) 540
 Bildersturm 106
 Bill of Rights 112
 Bindestrich 34f.
 Bindewort (Konjunktion) 21
 Bindung, chemische 583
 Biochemische Wirkstoffe 626ff.
 Bio-Geographie 211
 Biotop 675
 Biozonose 675
 biogenetisch 704
 biogenetisches Grundgesetz (Ernst Haeckel) 655
 Biologie 647ff.
 —, Spezielle 663
 Biologische Kybernetik 676f.
 Birma 256
 Bismarck, Otto von 124f.
 Bismarck-Archipel 275
 Bissau (Guinea-Bissau) 266
 Blastula 669
 Blattläuse 654
 Blausäure 635
 Blei 597, 638
 — azetat 638
 — azid 636
 — carbonat 636
 — chlorid 636
 — chromat 636
 — glanz 598
 — hydroxid 636
 — nitrat 636
 — oxid 636
 — sulfat 636
 — sulfid 636
 — zucker (Brom) 638
 Blind-flug 542
 — -leistung (Phys.) 531
 — -widerstand (Phys.) 531
 Blinken 191
 Blockade Berlins 140
 Bloemfontein 288
 Blücher, Generalfeldmarschall 122
 Blütenpflanzen 662
 —, bedecktsamige 662
 —, nachtsamige 662
 Blütenstaub (Pollen) 668
 Blumenblau (Anthocyan) 642
 Blut 695ff.
 — egel 652
 — gruppen 696
 — körperchen 695
 — kreislauf 696f.

Blutplättchen 695
 — serum 696
 Bochum 262
 Bodenreform 150
 Bodensee 236
 Boë (Madina da Boë) 266
 Böhmisches Becken 290
 Böhmisches-Mährische Höhe 290
 Bogen (Math.) 387
 Bogotá 272
 Bohr, Niels 551, 580
 Bohrsches Atommodell 551
 Bolivien 257
 Bologna 268
 Bolschewismus 150
 Bonn 260, 262
 Borax 636
 Borcarbid 635
 Bordeaux 263
 Borfluorid 635
 Bornitrid 635
 Borneo 267
 Bosch, Robert 128
 Bosphorus 291
 Boston 292
 Botany Bay 248
 Botswana 257
 Bottnischer Meerbusen 284
 Bottrop 262
 Bougainville 283
 Bouillon, Gottfried von 98
 Bouvet-Insel 278
 Boykott 150
 Boyle-Mariottesches Gesetz 462 f.
 Brahmaputra 236, 256
 Brantwein 614
 Brasilia 257
 Brasilianisches Massiv 252
 Brasilien 253, 257
 Braun, Wernher von 140
 Braunkohle 224, 609
 Braunsche Röhre 542
 Braunschweig 262
 Braunstein (Mangandioxid) 640
 Brazzaville 272
 BRD = Bundesrepublik Deutschland
 140, 150, 154, 171, 260
 Brechende Kante (Phys.) 492
 Brechungsgesetz (Phys.) 469, 491
 Breitengrad 229 f.
 Bremen 261 f.
 Bremerhaven 262
 Bremsen (für Fahrräder) 202
 Bremsgitter (Phys.) 546
 Bremsmaterialien (Moderatoren) 560
 Bremsweg 196
 Brennpunkt (Phys.) 471
 Brennschmelze 613
 Breschnew, Leonid 143
 Brest-Litowsk, Friedensvertrag zu 130
 Bridgetown 256
 Briefgeheimnis 153
 Brisbane 255
 Britisch-Honduras 256
 Brno (Brünn) 290
 Brom (Bleizucker) 638

Bromkali (Kaliumbromid) 639
 Bromoform 604
 Bromwasserstoff 635
 Bronchien 697
 Bronzezeit 74
 Brownsche Molekularbewegung 483
 Bruchrechnen 320 ff.
 Brünn (Brno) 290
 Brüssel 256
 Brunei 257 f.
 Brustkorb 693
 Bruttogewicht 348
 Bruttosozialprodukt 179
 Budapest 291
 Buddhismus 247
 Budget 153
 Bündnis Deutschland – Österreich 125
 Buenos Aires 253, 255
 Bürgerkrieg in Nordamerika 124
 Bürokratie 154
 Bujumbura (Usumbara) 258
 Buka 283
 Bukarest 282
 Bukowina 282
 Bulgarien 258
 Buna 625
 Bund 153
 Bundesgericht 153
 Bundes-Grenzschutz 153
 — -kanzler 153
 — -land 153
 — -minister 153
 — -präsident 153
 — -rat 153
 — -regierung 154
 — -republik Deutschland = BRD 140,
 150, 154, 171, 260
 — -tag 154
 — -versammlung 154
 — -wehr 154
 Bundsandstein 223
 Bunsenbrenner 577
 Burgenland 279
 Burma (Birma) 256 f.
 Burundi (Urundi) 258
 Bursa 291
 Butan 604
 Butanol (Butylalkohol) 614, 642
 Butansäure (Buttersäure) 643
 Buten 606
 Butin 606
 Buttersäure (Butansäure) 643

C

Cadmium 597
 — oxid 635
 — sulfid 635
 Caesar, Gaius Julius 88 f.
 Caesiumchlorid 635
 Caesiumsulfat 635
 Caicos-Inseln 293
 Calcium-bicarbonat 635
 — -carbid 606, 635
 — -carbonat 600, 635

Calcium-chlorid 635
 — -cyanamid 635
 — -fluorid 635
 — -hydrocarbonat 600
 — -nitrat 635
 — -oxid 600
 — -phosphat 599, 635
 — -sulfat 635
 — -sulfid 635
 Caligula, röm. Kaiser 90
 Callao 281
 Calvin, Johannes 104
 Calvinismus 104
 Canal du Midi 112
 Canberra 255
 Cannae, Schlacht bei 87
 Canossa 97
 Can Tho 293
 Cão, Diego 249
 Caracas 292
 Carbonsäuren 616 f.
 Carboxylgruppe 617
 Casablanca 275
 Casein 624
 Catania 268
 Caudron-Kampfflugzeug 129
 Cavalierisches Prinzip 398
 Cayenne 263
 Cayman-Inseln 258
 CDU = Christlich-Demokratische
 Union 155
 Celebes 267
 Cellulose 623
 Centriol 664, 704
 Centrosom 664
 Ceres 221
 Cernitrat 635
 Cerro Negro 228
 Cersulfat 635
 CGS-Einheit 506 f.
 Ceuta 287
 Ceylon 258, 287
 Chaco 255, 281
 Chaironeia 85
 Chalkidike 255
 Challenger-Tiefe 246
 Changaigebirge 276
 Charkow 286
 Charlotte Amalie 270
 Chartum (Khartoum) 284
 Chemie 567 ff.
 —, Anorganische 569
 —, Organische 603 ff.
 —, Physiologische 603
 Chemikalien, anorganische 638
 —, organische 642
 Chemische Energie 564
 Chemosynthese 649, 672, 704
 Chibcha 252
 Chicago 292
 Chiclayo 281
 Chile 146, 229, 258
 Chimborazo 237, 262
 China 146, 229, 258 f.
 — -Taiwan 259
 Chinesische Nationalregierung 140

Chinesische Volksrepublik 140
 Chiriqui 280
 Chitin 704
 Chlodwig, Frankenkönig 93, 95
 Chlor 591
 — dioxid 635
 — kalk 635
 — kalzium (Kalziumchlorid) 639
 — säure 635
 — wasserstoff 635
 Chloride 645
 Chloroform 604
 Chlorophyll 649, 663, 704
 Chloroplasten 663, 704
 Chorda 656
 Chordatiere 656
 Christentum 247
 —, Verbreitung des 91
 Christenverfolgungen 91
 Chrom 596
 Chromatographie 570
 Chrom-chlorid 635
 — -hydrox 635
 — -nickelstahl 594, 637
 — -nitrat 635
 — -oxid 635
 — -stahl 594
 — -sulfat 635
 Chromoplasten 663, 704
 Chromosomen 664f., 704
 Chromosomentheorie 679ff.
 Chromosphäre 220
 Chruschtschow 141, 143
 Churchill, Winston 139
 Ciliaten (Wimpertierchen) 650
 Circus Maximus (in Rom) 89
 Cirrocumulus 241
 Cirrostratus 241
 Cirruswolken 239, 241
 Citaltépétel 237, 276
 Ciudad de México 276
 Ciudad de Panamá 280
 Claudius, röm. Kaiser 90
 Clémenceau, Georges 133
 Cleveland 292
 Clive, Robert 116
 Coast Range 293
 Code civil 119
 Codehydrase 629
 Coelenteraten (Hohltiere) 651
 Co-Enzym 629
 — -Karboxylase 629
 Colombo (Kolamba) 258, 287
 Colorado 236
 Columbia 236
 COMECON 155
 Commodus 90
 Compiègne, Waffenstillstand von 130
 Computer 155
 — -Technik 136
 Conakry 265
 Conchiolin 654
 Cook, James 248
 — -Inseln 259
 — -Straße 277
 Corpus Juris 93

Cortez, Hernando 102
 Costa Rica 259
 Côte d'Azur 276
 Côte d'Or 263
 Cotopaxi 228, 260
 Coulomb 507
 Coulombsches Gesetz 505f.
 cracken 612
 Crassus 89
 Crépy, Frieden von 102
 Crofissima 221
 Cromwell, Oliver 108, 110, 112
 CSU = Christlich-Soziale Union 155
 Cuba (Kuba) 272f.
 Cumulonimbus 241
 Cumuluswolken 239, 241
 Curação 278
 Curie, Marie und Pierre 125
 Cutis (Lederhaut) 698
 Cyclotron 582
 Cytochrome 649
 Cytologie (Zellenlehre) 663
 Cytoplasma 649, 663, 704
 Cypern (Zypern) 294

D

Dacca 144
 Dänemark 259
 Dahomey (Dahome) 259
 Daimler, Gottlieb 125
 Dakar 285
 Dallas 292
 Dalton, John 580
 Damaskus 289
 Dampfmaschinen 485
 Dampfspannungsthermometer 474
 Dampfturbinen 486
 Da Nang 293
 Danzig (Freie Stadt) 132
 Dardanelen 291
 Dareios (Darius), Perserkönig 79, 85
 Dar-el-Beida (= Casablanca) 275
 Daressalam 289
 Darién, Golf von 272
 Darmstadt 262
 Darmmalz 614
 Darwin, Charles 686
 Darwinismus 687
 Dativ (Wem-Fall) 13, 17
 Dativobjekt 27
 Datumsgrenze 231
 DDR = Deutsche Demokratische Republik 144, 155, 171, 260f.
 Debatte 156
 Decan 604
 Decius, röm. Kaiser 91f.
 Deflation 156
 Dehydrierung 616
 dekantieren 570
 Dekkan 266
 Deklination (Beugung des Hauptwortes)
 13, 17
 — (Phys.) 509
 Delagoa-Bai 276
 Demawend 237, 267
 Demodulation 539f.
 Demokratie 156
 —, griechische 83
 Demonstration 156
 Demonstrativpronomen (Hinweisendes Fürwort) 19
 Den Haag 278
 Dendriten 699
 Derivate 604
 Derna 273
 Desna 236
 Destillation (Brennen) 614
 Detergentien 619
 Detroit 292
 Deukalionische Flut 227
 Deutsche Demokratische Republik (DDR) 144, 155, 171, 260f.
 Deutsche Nationalversammlung (1848) 123
 — — (1919) 132
 Deutsche Republik (1918) 130
 Deutscher Bund 122, 124
 — Bundestag 124, 155
 — Zollverein 123
 Deutsches Reich 156
 — —, Entstehung des 96
 — — (Zweites) 120, 125
 Deutsch-Französischer Krieg (1870–71) 124
 — -Italienischer Vertrag 135
 — -Ostafrika 125
 — -Südwestafrika 125
 Deutschland 260ff.
 Deutschlands Großstädte 262
 Deutschlandvertrag 156
 Deuteriumoxid 635
 Devon 223, 688
 Dezimalsystem 304
 Dezimalzahlen 329ff.
 Dezimeter 366, 448
 DGB = Deutscher Gewerkschaftsbund 156
 Dhaulagiri 277
 Diabas 224
 Diadochen-Reiche 86
 Diagramm 351
 Diamant 600
 Diaskop 496
 Diastase (Amylase) 627, 694
 Dichlormethan 604
 Dichte (Chem.) 569
 Dielektrikum 508
 Dielektrizitätskonstante 508
 Diesel, Rudolf 128
 Diesellokomotive 487
 Dieselmotor 486
 Differenz 305
 Differenzmenge (Restmenge) (Math.) 422
 Diffusion 480, 548, 704
 Difluordichlormethan 604
 Diktatur 157
 Dilmun 247
 Diluvialzeit 224
 Diluvium 223ff.

Dimethylbenzol (Xylol) 608
 Dimethylketon (Aceton) 618
 Dinarisches Gebirge 245
 Diocletian, röm. Kaiser 91 f.
 Diode 542
 Diorit 224
 diploid 665 f.
 Dioxidbenzol (Hydrochinon) 608
 Diphosphorpentoxid 599
 Dipol 535
 Dipolmoment 586
 Disaccharide 623
 Disjunktion (Math.) 425
 Diskussion 157
 Dispersion (des Lichtes) 499
 Dissimilation 672
 Dissoziation 586 f.
 dissoziieren 586 f., 645
 Distickstoff-oxid 636
 — -pentoxid 636
 — -trioxid 636
 Divanadiumpentoxid 637
 Dividend 306
 Division (Math.) 305, 311 ff.
 Divisor 306
 Djajapura 277
 Djakarta 267
 Djebel Toubkal 237
 Djibouti 264
 DKP = Deutsche Kommunistische
 Partei 157
 Dnjepr 236
 Dnjepropetrowsk 286
 Dnjestr 236
 Dobrudscha 282
 Dodoma 289
 Dogger 223
 Doha 271
 Dolomit 224
 Dominica 293
 Dominikanische Republik 260
 Domitian, röm. Kaiser 90
 Don 236
 Donau 236, 245, 291
 Donau-Drau-Platte 291
 Donezk 286
 Donkosaken, Aufstand der 112
 Doppelbindungen (Chem.) 605
 Doppelhelix 684
 Doppelleitung (konzentrische Leitung)
 536
 Doppelpunkt (Kolon) 36
 Doppelzentner 366
 Doppler-Effekt 471
 Dörfer (Dorer) 80
 Dorische Wanderung 86
 Dortmund 262
 Drakensberge 288
 Drehimpuls (Impulsmoment) 458
 Drehmoment (Phys.) 456
 Drehstromgenerator 527
 Dreibund 125, 129
 Dreieck 375 ff.
 —, gleichschenkliges 376
 —, gleichseitiges 376
 —, rechtwinkliges 376

Dreieck, spitzwinkliges 376
 —, stumpfwinkliges 376
 —, ungleichseitiges 376
 Dreieckschaltung 528
 Dreieckskonstruktion 378
 Dreißigjähriger Krieg 107 f.
 Dresden 262
 Drift-Strom 234
 Drittes Reich 157
 Dritte Welt 157
 DRK = Deutsches Rotes Kreuz 157
 Druck (Phys.) 460
 — -Einheit 460
 Dschebel Drus 289
 Dschebel Marra 288
 Dschebel Toubkal 275
 Duala 270
 Dubai 292
 Dublin 268
 Düna 236
 Düsseldorf 262
 Dufourspitze 237
 Duisburg 262
 Duralumin 637
 Durazzo (Durrës) 254
 Durban 288
 Durchmesser 386
 Durchschnittsmenge 421
 Dwina, Nördliche 236
 —, Westliche 236
 Dyn 451

E

Ebbe 234 f.
 Ebert, Friedrich 132
 Ebro 236
 Echinodermen (Stachelhäuter) 655
 Echo (Phys.) 472
 Echolot 234, 472
 Ecuador 252, 260
 Edelgaskonfiguration 553, 584, 590
 Edelkoralle 651
 Edikt von Nantes 107, 112
 Edison, Thomas Alva 125
 Eduard III. von England, König 100
 Eduardsee 291
 EFTA 157
 Eid 158
 Eierstöcke 701
 Eire 268
 Eisenbahnlinien (erste) 122 f.
 Eigenfrequenz (Phys.) 533
 Eigenschaftswort (Adjektiv) 17 f.
 Eindhoven 278
 Einkeimblättrige Pflanzen 62
 Einsetzungsverfahren (Math.) 358
 Einsteinsche Beziehung 582
 Einzahl (Singular) 17
 Einzeller (Protozoen) 649
 Einzellige Pflanzen (Protophyten) 659
 Eisen 592, 596, 638
 — carbid 635
 — chlorid 635, 638
 — hammerschlag 635
 Eisenhydroxid 635
 — oxid (rotes Eisenoxid) 635, 638
 — rhodanid 635
 — sulfat (Eisenvitriol) 635, 638
 — sulfid (Schwefeleisen) 635, 638
 — vitriol (Eisensulfat) 638
 Eisenbahn (im Verkehr) 203
 Eisenzeit 74
 Eiserner Vorhang 158
 Eismeer 286
 Eisprung 701
 Eiszeiten (Glazialzeiten) 224, 244
 Eiweiß 695
 Eiweißstoffe (Proteine) 620 ff., 664
 Ektoderm 651, 670
 Elba 268
 Elbe 236
 El Beida 273
 Elbursgebirge 237, 267
 Elektrische Energie 564
 — Ladung 505 f.
 — Lokomotive 530
 — Schaltzeichen 504
 — Straßenbahn 530
 elektrisches Feld 507 f.
 Elektrizität 503 ff.
 Elektrizitätslehre,
 Formelzeichen 503 f.
 Elektrolyse 520, 579
 Elektrolyt 506, 520
 Elektromagnetische Induktion 524
 Elektron (Chem.) 580
 Elektronen-mikroskop 664
 — -röhre 542
 — -metall 637
 Elektrofen 594
 Elektrostatik 505 ff.
 Elektrostatische Ladungseinheit 506
 Element 571 f.
 Elevationstheorie 226
 Elfenbeinküste 260
 Elgon-Vulkan 271
 Ellice-Inseln 264
 Ellipse 390
 El Salvador 260 f.
 Elsaß-Lothringen 125, 132
 Elster-Eiszeit 225
 Eltembeirat 158
 Elternrecht 158
 Emanzipation 158
 Embryo 670
 Embryologie 688 f.
 Emigranten 117
 Emi Koussi 237
 Emmitter 550
 Empfangskreis (Eingangskreis) 539
 emulgieren 704
 Emulsion 570
 Endoplasmatisches Reticulum 664
 Endosperm 670
 endotherm 611
 energetisch 645
 Energie (Phys.) 563
 —, chemische 564
 —, elektrische 564
 — erhaltungsgesetz 453

Energie, kinetische (Energie der Bewegung) (Phys.) 452
 — Krise 146
 —, mechanische 563
 —, potentielle (Energie der Lage) (Phys.) 452
 — umwandlung (Phys.) 563, 565
 Eniwetok 275
 Entelechie 703
 Entente Cordiale 128
 Entmagnetisierung 511
 Entnazifizierungsgesetze 138
 Entoderm 651, 670
 Entwickler (in der Fotografie) 608
 Entwicklungshilfe 158
 Entwicklungsländer 127, 702
 Enzyklika 158
 Enzyme (Fermente) 626f., 704
 Eozän 223
 Eozoikum 223
 Ephoren 80
 Epidermis (Oberhaut) 698
 Epiphyse (Zirbeldrüse) 700
 Episkop 496
 Erbanlagen 680
 Erciyas Dag 237
 Erdbeben 226ff.
 Erdbebenkatastrophen in 7 Jahrhunderten 229
 Erdatmosphäre 238
 Erde 213f.
 Erdfernröhr 495
 Erdöl 224, 611ff.
 Erdrinde 222
 — (Elementare Zusammensetzung) 222
 Erdsatellit 465
 Erdzeitalter 223
 Erepšin 627, 694
 Erfurt 262
 Erfurter Parlament 123
 Erg (erg) 452
 Ergänzungsmenge (Math.) 419
 Ergänzungspyramide 400
 Ergosterin 628
 Ergußgestein 224
 Erhard, Ludwig 141
 Erhebungstheorie 226
 Eriesee 236
 Eritrea 255
 Eriwan (Jerewan) 286
 Erklärung der Menschen- und Bürgerrechte (Frankreich) 117
 Erlangen 262
 Ermächtigungsgesetz 134
 Erosion 222
 Er-Riad 281
 Ersatzdienst 158
 Erste Internationale 124
 Erste Teilung Polens 116
 Eruptivgestein 224
 Essen 262
 Essigsäure (Äthansäure) 616f., 642
 Establishment 158
 Ester 617, 645
 Esterasen (Lipasen) 627

Etat 158
 Ethologie (Verhaltenslehre) 673f.
 Etrusker 87
 Eugen, Prinz von Savoyen 112, 116
 Eugenik 702
 Euklid, Höhensatz des 382
 —, Lehrsatz des 381
 Eulen 657
 Euler, Leonhard 426
 Euler-Kreis (Math.) 426
 Euphrat 236, 246, 267, 285
 Europa 244f.
 — (im 18. Jahrhundert) 111
 —-Rat 127, 140, 157, 159
 Europäische Atomgemeinschaft 142
 — Wirtschaftsgemeinschaft (EWG) 127, 142, 145, 159
 Evolution 159, 704
 EWG = Europäische Wirtschaftsgemeinschaft 127, 142, 145, 159
 Ewiger Landfriede 105
 Ewiges Bündnis 99
 Exekutive 159
 Exil 159
 Exosphäre 239
 exotherm 611
 Explosionsmotoren 486
 Exponent (Hochzahl) 333
 Export 159
 extraterrestrisch 465

F

Fadenwürmer 651
 Färöer 259
 Fahrbahnbegrenzung 199
 Fahrstreifenbegrenzung 199
 Fahrtrichtungsanzeiger 197
 Fako (Kamerunberg) 228
 Faktor (Math.) 305
 Falklandinseln (= Malwinen) 275
 Fallbiegung (Deklination) 13
 Falster 259
 Familie 159
 Farad 508
 Faradaysche Gesetze 520
 Farbfernsehen 141
 Farbzusatz (zu Lebensmitteln) 617f.
 Farne 661
 Faschismus 160
 Faustkeil 73
 FDJ = Freie Deutsche Jugend 160
 F. D. P. = Freie Demokratische Partei 160
 Federwolken 239
 Fedschenko-Gletscher 237
 Fehlingsche Lösung 616, 623, 644f.
 Fehrbellin, Schlacht bei 112
 Feld, elektrisches 507
 Feldspat 601
 Felsbilder 74
 feminin (weiblich) 16
 Ferdinand II., deutscher Kaiser 107
 — (der Katholische) von Spanien 102
 Fermente (Enzyme) 626f.

Fernando Magellan (Magalhães) 101
 Fernando Poo 266
 Fernrohr 495
 Fernsehen 540ff.
 Ferromagnetismus 510
 Fès 275
 Fette 619
 Fettsäure 617
 Fibrin 696
 Fidel Castro 143f.
 Fidschi-Inseln 262f.
 Fieberthermometer 475
 Filmgerät 496
 filtrieren 570
 Finnland 263
 Finsteraarhorn 237
 Fische 656
 Fischer-Tropsch-Verfahren 611
 fixieren (in der Fotografie) 595
 Fixiersalz (Natriumthiosulfat) 640
 Fjorde 245
 Flächenberechnung (Planimetrie) 367ff.
 Flächenmaße 366, 433
 Flagellaten (Geißeltierchen) 650
 Flaschenzug 454
 Flechten 661
 Fledermäuse 657
 Fleischfressende Pflanzen 673
 Fließband 129
 Flohe 653
 Florenz 268
 Florida 293
 Flottengesetz (Admiral von Tirpitz) 128
 Flüchtlinge 160
 Flüsse, große 236
 Flugsaurier 656
 Flugsicherung 542
 Flugüberwachung 542
 Fluor 591
 Fluorwasserstoff 635
 Flurbereinigung 160
 Flut 234f.
 Föderalismus 160
 Folsäure 628
 foot 366
 Ford, Henry 128
 Formaldehyd (Methanal, Formalin) 616, 643
 Formalin (Formaldehyd, Methanal) 616, 643
 Formiate 617
 Formosa 246, 259
 Fort-de-France 275
 Fort-Lamy (Ndjemaena) 290
 Fortpflanzung 666ff.
 —, geschlechtliche 666ff.
 —, ungeschlechtliche (vegetative) 666
 Fortpflanzungsorgane 701
 Fossilien 704
 Fotografie s. Photographie
 Fournaise, de la (Vulkan) 282
 Frageföhrwort (Interrogativpronomen) 19
 Fragesatz 25
 Fragezeichen 36

Fraktion 160
 Fraktionen (des Erdöls) 613
 Francisco Pizarro 102
 Franco, Generalissimus 135f., 146
 Frankfurt am Main 262
 Frankfurt (Oder) 262
 Frankfurter Bundestag 123
 — Frieden (1871) 125
 Frankreich 263
 Franz I. von Frankreich 102
 Franz II. von Österreich 119
 Franz Ferdinand, österr.-ung. Thronfolger 128
 Französisch-Guayana 263
 — -Polynesien 263
 Französische Revolution 117
 Französisches Territorium der Afars und Issas 263f.
 Freetown 285f.
 Freiburg im Breisgau 262
 Freiburg (Fribourg) 285
 Freiheit 160
 Freizügigkeit 160
 Fremdwort 51
 Frequenz (Tonhöhe) 471
 Frieden 160
 Friedrich Barbarossa 98, 100
 Friedrich II., deutscher Kaiser 99
 Friedrich II. der Große 113f., 116
 Friedrich von Brandenburg, Kurfürst und „König von Preußen“ 113, 116
 Friedrich von Sachsen, Kurfürst 103
 Friedrich Wilhelm von Brandenburg, Kurfürst 112
 Friedrich Wilhelm I. von Preußen 113, 116
 Frigen 604
 Fronde-Aufstand 109, 112
 Fructose (Fruchtzucker) 622, 627
 Frustration 160
 Fudscheira 292
 Fuschisan 237, 269
 Fünen 259
 Fünfkirchen (Pécs) 291
 Fürth i. Bay. 262
 Fürwort (Pronomen) 19
 Fugenlaut 22
 Fugensilbe 22
 Fugger, Jakob 102
 —, Familie der 102
 Fukui 229
 Fulton, Robert 121
 Fußgänger (im Straßenverkehr) 192, 205
 Futurum (Zukunft) 13, 15

G

Gabbro 224
 Gaberones 257
 Gabun 264
 Gärung, alkoholische 614
 Galaktisches System 217
 Galaktose 627
 Galaxis 217
 Galicien 287

Galilei, Galileo 108, 213
 Galileisches Fernrohr 495
 Gallien 89
 Gallier 87
 Galvanisches Element 520
 Gambia 264
 Gambierinseln 263
 Gammastrahlen 582
 Gandhi, Mahatma 132
 Ganges 236, 267
 Ganggesteine 224
 Gangtok 283
 Garibaldi 124
 Gastrula 669
 Gaulle, Charles de 137, 142
 Gaurisankar 277
 Gay-Lussacsches Gesetz 478
 Gebärmutter (Uterus) 701
 Gebrannte Magnesia (Magnesiumoxid) 640
 Gebrannter Kalk (Kalziumoxid) 639
 Gedämpfte elektrische Schwingungen 534
 Gedankenstrich 38
 Gefällströme 234
 Gefäßsporenpflanzen 661
 Gegenwart (Präsens) 13
 Gehirn 700
 Gehörsinn 698
 Geiger-Müller-Zählrohr 554
 Geiserich, König der Vandalen 92
 Geißeltierchen (Flagellaten) 650
 Gelbes Blutlaugensalz (Kaliumhexacyanoferrat 639
 Geld 160
 Gelenke (Biol.) 693
 Gelsenkirchen 262
 Gemeinde 161
 Gemeindeordnung 160
 Gene 680
 Generalstreik 161
 Generationswechsel 669
 Generator 611
 Generatorgas 610
 Genetik (Vererbungslehre) 678 ff.
 Genf 285
 Genfer See 236
 Genitiv (Wes-Fall) 13, 17
 Genossenschaft 161
 Gent 256
 Genua 268
 Geo-Morphologie 211
 Georgetown 265
 Georgien 286
 Geographie 211 ff.
 —, Allgemeine 211
 —, Angewandte 211
 —, Physisch-Geographische 211
 —, Spezielle 211
 Gepatsch-Ferner 237
 Gera 262
 Gerade 367
 Geräusch (Phys.) 470
 Gerichte 161
 Germanen 90f.
 Germanische Völkerwanderungen 91f.

Germanium 590, 597
 Geruchssinn 698
 Geschäftsfähigkeit 161
 Geschichte 71 ff.
 Geschlecht (der Hauptwörter) 16
 Geschlechtswort (Artikel) 18
 Geschmackssinn 698
 Geschwindigkeit (Phys.) 449f.
 Geschwindigkeitsbemessung (im Verkehr) 192 ff.
 Gesellschaft 162
 Gesetz 162
 Gesichtssinn 698
 Gesteinsarten 224
 Getreiderost 661
 Trennungsschreibung 33
 Gewaltenteilung 162
 Gewebe (Biol.) 670f.
 Gewerbefreiheit 162
 Gewerkschaft 162
 Gewichte 366, 450
 Gewichtsschreibung 348
 Gewissensfreiheit 163
 Gezeiten (Tiden) 234
 GG = Grundgesetz 163
 Ghana 264
 Ghats, Westliche und Östliche 267
 Gibraltar 264
 Gichtgas 593f.
 Gilbert- und Ellice-Inseln 264
 Gips 598
 Girondisten 118
 Gitterspannung (Phys.) 544
 Glarus 285
 Glas 601
 Glasofen 601
 Glaubensfreiheit 163
 Glazialzeiten 224
 Gleichberechtigung 163
 Gleichgewicht (Phys.) 455f.
 —, indifferentes 458
 —, labiles 458
 —, stabiles 458
 Gleichheit 163
 Gleichheitszeichen 305
 Gleichschenkliges Dreieck 376
 Gleichseitiges Dreieck 376
 Gleichsetzungsverfahren (Math.) 359
 Gleichstrom 512
 — generator 512
 — motor 529
 Gleichung 305, 355 ff.
 Gleichverteilungssatz (Phys.) 482
 Gletscher, große 237
 Gliederfüßer (Arthropoden) 652
 Gliedsatz 28f.
 Glimmerschiefer 224
 Glimmfeuer 577
 Glittertind 279
 Glockenbronze 637
 Glockentierchen 650
 Glühemission (Phys.) 542
 Glühlampe 513
 Glukose (Traubenzucker) 622, 627, 643
 Glykogen 631
 Glycerin (Propantriol) 615, 627, 643

GmbH = Gesellschaft mit beschränk-
 ter Haftung 163
 Gneis 224
 Gobi 276
 Godthåb 265
 Godwin Austen (K 2) 237
 Göring, Hermann 134
 Göttingen 262
 Gold 597
 — bromid 635
 — chlorid 635
 — cyanid 635
 Goldene Bulle 99
 Golfstrom 234, 244
 Golf von Benin 290
 — von Darién 272
 — von Mexiko 251
 Golgiapparat 663
 Gorkij 286
 Gorner-Gletscher 237
 Goten 91
 Gotlandium 223
 Gracchus, Gaius 88
 —, Tiberius 88
 Gradientströme 234
 Gradnetz der Erde 229
 Gramm 366, 451
 — -Äquivalent 576
 — -Atom 575
 — -Mol 575
 Grammatische Fachausdrücke 70
 Granit 224
 Gran Sasso d'Italia 268
 Graphit 600
 Graubünden 285
 Greenwich 230
 Greenwichzeit 231
 Gregor VII., Papst 97
 Gregorianischer Kalender 108
 Greifvögel 657
 Grenada (La Granada) 264
 Griechenland 145, 229, 264 f.
 — (in der Antike) 80
 Griechische Stadtstaaten 80
 Griechisches Alphabet 365
 Grönland 251, 265
 — -Strom 234
 Groß-Bahama 256
 Großbritannien 264
 — (Entstehung von) 112
 Großdeutsches Reich (Gründung) 135
 Große Antillen 267
 Großer Altai 276
 — Bär 217
 — Bärensee 236, 270
 — Sklavensee 236, 270
 — Wagen 217
 Großglockner 237
 Großkomoro 272
 Großmacht 163
 Großschreibung 31
 Groß- und Kleinfamilie 163
 Grünalgen (Meerestang) 660
 Grüner Plan 164
 Grund-gesetz 163
 — -menge (Math.) 419

Grundrechnungsarten 305
 — -rechte 164
 — -stoff (Chem.) 571
 — -stufe (Positiv) 13
 — -ton (Grundschwingung) 47
 — -wort 22
 — -zahl (Kardinalzahl) 20
 Guadalajara 276
 Guadalcanal 283
 Guadalupe 265
 Guam 265
 Guano 224
 Guatemala 265
 Guayana, Bergland 252, 257, 292
 —, Französisch- 263
 —, Republik 265
 Guinea (République de Guinée) 265 f.
 —, (República de Guinea Ecuatorial)
 266
 — Bissau (Portugiesisch-Guinea) 266
 Günz-Eiszeit 225
 Guericke, Otto von 462
 Güte (Phys.) 534
 Gußeisen 593
 Gustav II. Adolf von Schweden 107
 Gustavo A. Madero 276
 Gutenberg, Johannes 103
 Gutland 274

H

Haager Friedenskonferenz 125
 Haargefäße 697
 Haarlem 278
 Habana, La 271
 Habeas-Corpus-Akte 112
 Haber-Bosch-Verfahren 598, 610 f.
 H-Bombe (Wasserstoffbombe) 141, 561
 Hadrian, röm. Kaiser 90
 Hämoglobin 620, 695
 Händel, Georg Friedrich 114
 Härte (des Wassers) 600, 619
 Härteskala 569
 Haftreibungswiderstand 459
 Hagen 262
 Hagion Oros (Athos) 255
 Hahn, Otto 583
 Haifa 268
 Haiphong 293
 Haiti 101, 260, 266
 Halbkreis des Thales 383
 Halbleiter 546
 — dioden 548
 Halbwertszeit 582
 Halle 261 f.
 Hallstein-Doktrin 164
 Halogene 590 ff.
 Halogenide 645
 Halswirbel (Atlas) 693
 Halten (im Kraftverkehr) 198 ff.
 Halteverbot 198
 —, beschränktes 198
 Hambacher Fest 123
 Hamburg 261 f.
 Hamilton (Bermudas) 256

Hamurabi, König 78
 Handel 164
 Handwerk 164
 Hannibal 87
 Hannover 261 f.
 Hanoi 293
 haploid 665 f.
 Hardenberg, Karl August Freiherr von
 120 ff.
 Harnstoff 603, 643
 Hartblei 637
 Hauptwort (Substantiv) 15
 Haushaltsplan 164
 Hausklingel 523
 Hausmeier 94
 Haut 698 f.
 Hautflügler 653
 Hawaii-Inseln 266
 Haydn, Joseph 114
 Hebel 456
 Hebriden 277
 Hedschas 281
 Hefe 661
 Heidelberg 262
 Heidelbergermensch 690
 Heilbronn 262
 Heilige Liga 112
 Heiliges Römisches Reich Deutscher
 Nation 96
 Heinrich der Löwe 98
 Heinrich I., König 96
 Heinrich II., deutscher Kaiser 97
 Heinrich IV., deutscher König und
 Kaiser 97
 Heinrich IV., franz. König 109
 Heinrich V., deutscher König und
 Kaiser 97 f.
 Heinrich VI., deutscher Kaiser 99
 Heinrich VIII., König von England 109
 Heinrich von Navarra 107
 Hekla 228, 268
 Hektar 366
 Hektoliter 366
 Heliozentrisches Weltsystem 213
 Hellenischer Bund 85
 Hellenisches Gebirge 245
 Heloten 80
 Helsinki = Helsingfors 263
 Henry (Phys.) 525
 Heptan 604
 Hepten 606
 Herat 254
 Herculaneum 227
 Herdfrischverfahren 594
 Hermon 289
 Herne 262
 Herrentiere (Primaten) 657
 Hertzscher Oszillator 535
 Herz 697
 Hessen 261
 heteropolar 645
 heteropolare (oder Ionen-) Bindungen
 584, 603
 heterotroph 673
 Hethiter 79, 247
 Heuschrecken 654

Heuss, Theodor 140
 Hexan 604
 Hexen 606
 HGB = Handelsgesetzbuch 165
 Hieroglyphen 77
 Hildesheim 262
 Himalaja 246, 277
 Himmeler, Heinrich 135
 Hindenburg, Paul von (Reichspräsident) 133
 Hinduismus 247
 Hindukusch 246, 254
 Hinweisendes Fürwort (Demonstrativpronomen) 19
 Hipparchos von Nikaia 213f.
 Hiroshima (Atombombe) 138
 Hitler, Adolf 127, 132ff.
 Hoangho 259
 Hobby 165
 Hochkulturen, erste 77
 — -ofen 593
 — -zahl (Potenz) 333
 Hoden 701
 Höchstgeschwindigkeit 193
 Höchsthstufe (Superlativ) 13, 18
 Höhenforschungsrakete 456
 Höhensatz des Euklid 382
 Höllenstein (Silbernitrat) 640
 Hohe Tatra 290
 Hohe Tauern 279
 Hohlmaß 366
 Höhlentiere (Coelenteraten) 651
 Hokkaido 269
 Holland 278
 Holozän 223
 Hominiden 221
 Homo erectus (Pithecanthropus erectus) 690
 — sapiens 221
 — sapiens recens 691
 homöopolar 645
 homöopolare (oder Atom-) Bindungen 584, 603
 homolog 645, 688, 704
 Honduras 266
 Hongkong 266
 Honiara 283
 Honolulu 266
 Honschu 269
 Hormone 626ff., 631
 Hormonsystem 700f.
 Hornhaut 698
 Houston 292
 Huascanan 281
 Hubertusbürger Friede 116
 Hué 293
 Huftiere 657
 Hugenotten 104, 106f., 112
 Huila 272
 Humangenetik 686
 Humboldt-Strom 234
 Hundertjähriger Krieg 100
 Hunnen (Mongolen) 91f.
 Hupsignale 191
 Huronsee 236
 Hus, Johannes 103

Huygen-Fresnelsches Prinzip 469
 Hwangho 236
 Hydrazin 636
 Hydrierung 612
 Hydrochinon (Dioxidbenzol) 608
 Hydrographie 211
 Hydronalium 637
 Hydroxide (Basen, Laugen) 579, 645
 Hydroxybenzol (Phenol, Karbolsäure) 644
 hygroskopisch 645
 Hyphen (Fäden) 661
 Hypophyse 700
 Hypotenuse 380
 Hysteresisschleife 511

I

Iberisches Randgebirge 284
 — Scheidegebirge 245
 Iberoamerika 252
 Ideologie 165
 Ignatius von Loyola 104
 Immunisierung 697
 Immunität 165
 Imperativ (Befehlsform) 15
 Imperfekt (Erste Vergangenheit) 13, 15
 Imperialismus 165
 Implikation (Math.) 425
 Impuls (Phys.) 452
 Impulserhaltungssatz 452
 inch (in) 366
 Indefinitivpronomen (Unbestimmtes Fürwort) 19
 Index (Chem.) 575
 Indien 266f.
 Indigo 643
 Indikativ (Wirklichkeitsform) 15
 Indikator 588, 645
 Indirekter Fragesatz (Interrogativsatz) 29
 Indochina-Krieg 127, 140
 Indonesien 267
 Induktion, elektromagnetische 524
 Induktions-gesetz (Phys.) 525
 — -konstante 524
 — -spannung 524
 — -strom 524
 Induktivität 534
 Indus 236
 Industriegesellschaft 165
 Infinitiv (Nennform) 15, 30
 Inflation (1923–1924) 133, 165
 Influenzkonstante 508
 Infrastruktur 165
 Inkareich 102
 Inkas 252
 Inklination (Phys.) 509
 Innenpolitik 165
 Innere Mongolei 258
 Innozenz III., Papst 99
 Innungen 165
 Inquisition 106
 Insekten 652f.
 — fresser 657

Insektizide 677
 Inseln über dem Winde 293
 Instinktiverhalten 673
 Insulin 143, 631, 701
 Integration 165
 Integumente 670
 Interessenverband 165
 Interferenz 466
 Interglaziale 225
 Interjektion (Ausrufewort) 20
 international 165
 Internationaler Gewerkschaftsbund 128
 Internationales Arbeitsamt (IAA) 132
 Interplanetarer Raum 465
 Interpunktion (Zeichensetzung) 35
 Interregnum 99
 Interrogativpronomen (Fragefürwort) 19
 Interrogativsatz (Indirekter Fragesatz) 29
 Interstellarer Raum 465
 Intervention 165
 Interview 165
 intransitiv 14
 Invalidenversicherung 125
 Invar 637
 Invarstahl 594
 Invasion, alliierte 136
 Invertase (Saccharase) 627
 Investition 165
 Investiturstreit 97
 Ionen 506, 509, 584, 645
 — bindung 584
 — lehre 586ff.
 — reaktion 587
 Ionische Inseln 264
 Ionosphäre 239f.
 Irak 267
 Iran (Persien) 267f.
 Irawadi 236, 257
 Irian Jaya (West-Neuguinea) 267
 Iridium 596
 Irische See 268
 Irland (Eire) 268
 Irtysh 236
 Isabella von Spanien, Königin 101
 Isländisches Moos 661
 Islam 247
 Islamabad 280
 Island 268
 Isoamylalkohol (Isopentanol) 643
 Isobutanol (Isobutylalkohol) 643
 Isobutylalkohol (Isobutanol) 643
 Isolator (Phys.) 506
 Isomerie 605
 Isopentanol (Isoamylalkohol) 643
 Isopropanol (Isopropylalkohol) 643
 Isopropylalkohol (Isopropanol) 643
 Isotope (Phys.) 55, 572, 581, 645
 Israel 140, 142, 144, 146, 268
 Israelisch-Arabischer Krieg 127, 146
 Istanbul 291
 Italien 268f.
 Iwan I., Zar von Rußland 100
 Ixtapalapa 276
 Izmir (Smyrna) 291

J

Jablonowy-Gebirge 286
 Jakob I., König von England 110
 Jakobiner 118
 Jalta, Konferenz von 139
 Jaluit 275
 Jamaika 269
 Jan Mayen 278
 Jangtsekiang 236, 259
 Japan 246, 269
 Japanisch-chinesischer Krieg 135
 Jaunde 270
 Java 267
 Jeanne d'Arc 100
 Jefferson, Thomas 115
 Jemen (Republik) 269
 Jemen (Demokratische Volksrepublik) 269f.
 Jena und Auerstedt, Schlacht bei 119
 Jenissei 236, 286
 Jerewan (Eriwan) 286
 Jérôme, „König von Westfalen“ 119
 Jerusalem 268
 Jesuiten 104
 Jet-streams 240
 Jhelum 271
 Jochalgen 660
 Jod 591
 Jodoform 604
 Jodsäure 636
 Jodtinktur 638
 Jodwasserstoff 636
 Johann von England, König 99
 Johannesburg 288
 Jokohama 269
 Jordan 268
 Jordanien 270
 Jostedalsbræ 237
 Joule 452, 484
 Joulesches Gesetz 518
 Juan Carlos, König 146
 Juba 236
 Juden, Judentum 165, 247
 Jütland 259
 Jugendweihe 165
 Jugoslawien 270
 Jugurtha, Numidenkönig 88
 Jungdemokraten 166
 Junge Union (JU) 166
 Jungfern-Inseln (Virgin Islands) 270
 Jungfernzeugung (Parthenogenese) 669
 Jungfrau 237
 Jungsozialisten (Jusos) 166
 Jungsteinzeit 74
 Junkers-Flugzeuge 129
 Junktim 166
 Juno 221
 Jupiter 215, 220, 238
 Jupiter-Sonde „Pioneer 10“ 145
 Jurazeit 223, 688
 Justinian, Kaiser 93, 95

K

Kabinett 166
 Kabul 254
 Käfer 653
 Känozoikum 223
 Kärnten 277
 Kairo 254
 Kaiserslautern 262
 Kaiser-Wilhelm-Kanal (Nord-Ostsee-Kanal) 125
 Kalabrien 229
 Kaledonische Faltung 244
 — Gebirgsbildung 223
 Kalifornien-Strom 234
 Kalisalpete (Kaliumnitrat) 639
 Kalium 591
 — Argon-Methode 688
 — bicarbonat 636
 — bichromat 639
 — bromid (Bromkali) 636, 639
 — carbonat (Pottasche) 636, 639
 — chlorat 636, 639
 — chlond 636, 639
 — cyanid 636
 — fluorid 636
 — hexacyanoferrat (gelbes Blutlaugensalz) 639
 — hydroxid 636
 — jodid 636, 639
 — nitrat (Kalisalpeter) 599, 636, 639
 — oxid 636
 — permanganat 636, 639
 — rhodanid 636, 639
 — sulfat 636
 Kalk 224, 600
 Kalkutta 229
 Kalorien (Wärmeeinheiten) 695
 Kalter Krieg 166
 Kalzium-carbonat 639
 — chlorid (Chlorkalzium) 639
 — karbid (Karbid) 639
 — oxid (gebrannter Kalk) 639
 — phosphat 639
 Kama 236
 Kambium 670
 Kambodscha (Khmer) 270, 271
 Kambrium 223, 688
 Kamerun 270
 Kamerunberg 237
 Kampala 291
 Kampfer 643
 Kamtschatka 245f.
 — Halbinsel 245f., 286
 Kanada 252, 270f.
 Kanarien-Strom 234
 Kandahar 254
 Kangchendzönga 237
 Kansas City 293
 Kansu 229
 Kaolin 601
 Kant, Immanuel 113
 Kantabrisches Gebirge 287
 Kantonfluß 274
 Kapazität (Phys.) 508
 Kapillaren 697

Kapital 166
 Kapitalismus 166
 Kapitol (in Rom) 87
 Kap Kennedy 143
 Kap-Provinz 288
 Kapp-Putsch 132
 Kapstadt 288
 Kapverdische Inseln 252, 271
 Karakorum 246
 Karatschi 280
 Karbid (Kalziumkarbid) 639
 Karbohydrasen 627
 Karbolsäure (Hydroxybenzol, Phenol) 644
 Karbon 223, 244, 688
 Kardinalzahl (Grundzahl) 20, 301
 Karibisches Gebirge 292
 — Meer 266
 Karl der Große 94f
 Karl Martell 95
 Karl I., König von England 110, 112
 Karl III. (der Dicke) 96
 Karl IV., deutscher König 99
 Karl V., deutscher Kaiser 102
 Karl-Marx-Stadt 261f.
 Karlowitz, Frieden von 111f.
 Karlsruhe 262
 Karl-Zeiss-Stiftung 125
 Karolinen-Inseln 271
 Karotin 628
 Karpaten 281f
 Kartala 228, 272
 Karthago 87, 92
 Kasachen-Steppe 246
 Kasachstan 246
 Kasan 286
 Kaschau (Košice) 290
 Kaschmir 271, 280
 Kaspisches Meer 236, 246, 286
 Kassel 262
 Katalaunische Felder 91f.
 Katalysator 578, 645
 Katar (Qatar) 271
 Katharina von Aragon 109
 Kathete 380
 Kathetensatz des Euklid 381
 Kathode 579, 645
 Kationen 587
 Katmai 228
 Katmandu 277
 Kaukasien 286
 Kaukasus 286
 Kaulquappe 656
 Kebnekaise 284
 Kegel (Math.) 401f.
 Kegelstumpf 402ff.
 Kehlkopf 697
 Kehrwert (Math.) 362
 Keilschrift 78
 Keimdrüsen 700
 Keimentwicklung 669
 Kekulé, August 607
 Kelvin-Skala 474
 Kempen 256
 Kenia 271
 — Gebirge 237

- Genia-Vulkan 271
 Kennedy, John F. 143
 Kenyapithecus 690
 Kepler, Johannes 108, 213, 215
 Keplersches Fernrohr 495
 Keramik 601
 Kerbtiere 654
 Kerfe 654
 Kern-energie 564
 — -kettenreaktion 583
 — -kraftwerk 583
 — -reaktion 582
 — -reaktor 583
 — -spaltung (Atomreaktor) 560
 — -umwandlung 556
 — -verschmelzung 561
 Kerzenflamme 577
 Kerzenmasse 577
 Ketogruppe 619, 645
 Ketone 618f.
 Kettenreaktion 560
 Keuper 223
 KG = Kommanditgesellschaft 166
 Khartoum (Chartum) 288
 Kmer (Kambodscha) 270f.
 Kibo 237
 Kiel 261f.
 Kieta 283
 Kiew 286
 Kigali 282
 Kilaua 228
 Kilimandscharo 289
 Kilogramm 366, 451
 Kilokalorie (kcal) 483
 Kilometer 366, 452
 Kilopond 450
 Kilowatt 453
 Kimber 88
 Kinetische Gastheorie 463
 — -Wärmetheorie 482
 Kingston 269
 Kinshasa (Léopoldville) 272, 294
 Kioto 269
 Kirchhoffsche Gesetze 516ff.
 Kisil-jart 246
 Kiischu 269
 Klammer 39
 Klammerausdrücke 362
 Klang (Phys.) 470
 Kleine Antillen 265
 Kleine Sunda-Inseln 282
 Kleinschreibung 32
 Kleisthenes 83, 86
 Klimakunde 211
 Klimatologie 211
 Limazone 231, 233
 Lingel (Phys.) 523
 Lischée (Chem.) 637
 Ljutschewskaja Sopka 228
 Nallgas 579
 Nallquecksilber 636
 Nochen 693
 Nochenfische 656
 Nochenwerkzeug 74
 Norpel 693
 Norpelfische 656
 Knotenpunkt (einer Welle) 469
 Koalition 166
 Koalitionsfreiheit 183
 Koaxialleitung 536
 Kobalt 596
 — chlorid 635, 639
 — nitrat 635
 — sulfat 635
 Kobe 269
 Koblenz 262
 Kochsalz (Natriumchlorid) 640
 Köcherfliegen 653
 Koeffizient (Chem.) 575
 Köln 262
 Königgrätz, Schlacht bei 124
 Königin-Maud-Land 278
 Körper (Phys.) 460
 —, feste 460
 —, flüssige 460
 —, gasförmige 460
 Körperberechnung (Stereometrie) 391ff.
 Koerzitivkraft 511
 Koexistenz 166
 Kohle 609ff.
 Kohlen-dioxid 593, 600, 635
 — -hydrate 622f., 695
 — -monoxid 593, 600, 635
 — -monoxidgas (Kohlenoxidgas) 577
 — -säure 600, 635
 — -stoff 593, 600
 — -stoffdisulfid (Schwefelkohlenstoff) 644
 — -wasserstoff 603
 Kokken 659
 Koks 610
 Kolchosa 166
 Kollektivierung der Landwirtschaft (in der DDR) 143
 Kollektivschuld 166
 Kollektor 550
 Kollodiumlösung 643
 Kolon (Doppelpunkt) 36
 Kolonien 120
 Kolumbien 271f.
 Kolumbus, Christoph 101, 242, 251, 256
 Kolyma 236
 Kometen 221
 Komintern 132
 Komma (Beistrich) 28, 37
 Kommune 166
 Kommunikation 166
 Kommunismus 167
 Kommutator (Stromwender) 528
 Komoren 272
 Komparation (Steigerung) 13
 Komparativ (Mehrstufe) 13, 18
 Kompromiß 167
 Kondensator (Phys.) 508
 — (im Wechselstromkreis) 531
 Kondenspunkt 569
 Konfiguration 645
 Konfute 247
 Kongo 236, 272
 Kongobecken 250
 — -Brazzaville (Volksrepublik) 272
 — -Kinshasa (Zaire) 272
 kongruent (deckungsgleich) 384
 Konjugation (Zeitbiegung) 13
 — (Biol.) 704
 Konjunktion (Bindewort) 21
 — (Astronomie) 219
 — (Math.) 425
 Konjunktionalatz 29
 Konjunktiv (Möglichkeitsform) 15
 Konjunktur 167
 Konkavlinse (Zerstreuungslinse) 493
 Konkreta 15ff.
 Konrad I., deutscher König 96
 — III., deutscher König 98
 — IV., deutscher König 99
 Konradin 99
 konservativ 167
 Konservierungsmittel 618
 Konsonant (Mitlaut) 12
 Konstantan 637
 Konstantin der Große, röm. Kaiser 91f.
 Konstantinopel 91f.
 Konsum 167
 Konsumgesellschaft 167
 Kontinentalabfall 234
 Kontinentalsockel 232
 Konvektion 479
 Konvergenz 704
 Konverter 594, 645
 Konvertierbarkeit (der Währungen) 167
 Konvexlinse (Sammellinse) 492
 Konzentrationslager 134, 167
 Konzentrische Leitung (Doppelleitung) 536
 Konzil von Trient 105
 — zu Clermont 97
 — zu Konstanz 103
 Kopenhagen 259
 Kopernikus, Nikolaus 105, 213
 kopieren (in der Fotografie) 595
 Kopulation 666
 Korallenriff 651
 Kordilleren, nordamerikanische 251, 292
 —, südamerikanische 253
 Korea (Südkorea) 272
 — -Krieg 127
 Koreanische Volksdemokratische Republik 272
 Korin, Isthmus von 237
 Koronograph 220
 Koror 280
 Košice (Kaschau) 290
 Kossygin, Alexej 143
 KPD = Kommunistische Partei Deutschlands 167
 Kra, Isthmus von 237
 Kraftarm (Phys.) 456
 Kraftfahrstraßen 204f.
 Krakatau 227f.
 Krebse 652, 654
 Krefeld 262
 Kreidezeit 223, 688

Kreis (Verwaltungsbezirk) 167
 — (Math.) 386ff.
 — abschnitt (Segment) 388
 — ausschnitt (Sektor) 388
 — bewegung 450
 — bogen 378
 — diagramm 352
 — fläche 386
 — fläche, Berechnung 387
 — frequenz (Phys.) 526
 — linie (Peripherie) 386
 — ring 389
 Kreta 264
 Kreuzzüge 97
 Kriechtiere (Reptilien) 656
 Krieg 167
 Krim 245
 Kristallform (Chem.) 569
 Kristalline Schiefer 224
 Kruppstahl 637
 Krupp-Werke (Gründung) 122
 Kuala Lumpur 274
 Kuba 101, 272f.
 — -Krise 143
 Kubikmeter 366, 391
 Kühlschrank 481
 Kufra-Oasen 273
 Kugel (Math.) 404ff.
 — ausschnitt (Kugelsektor) 405
 — haube (Kugelhappe) 404
 — keil 405
 — schicht 405
 — zone 405
 Kujbyschjew 286
 Kulm 223
 Kultur 167
 Kulturkampf (Bismarck) 125
 Kulturrevolution (in China) 144
 Kungur 246
 Kunlun 246
 Kunstseide 623
 Kunststoffe 624
 Kupfer 597, 639
 — acetylid 635
 — chlorid 635
 — münzen 637
 Kupfernitrat 635
 Kupferoxid 635, 640
 Kupfersulfat (Kupfervitriol) 598, 635, 640
 Kupfersulfid 635
 Kupfervitriol (Kupfersulfat) 640
 Kuro-Schio-Strom 234
 Kurven, Fahrverhalten in 194
 Kurzwelle (im Rundfunk) 538
 Kuwait (Kuweit) 273
 Kybernetik, biologische 676f.
 Kyros, Perserkönig 79
 Kyushu 269
 K 2 (Godwin Austen) 237

L

Labialeruption 226
 Labrador-Strom 234
 Lackfarbstoff (Indikator) 579

Lackmus 643
 Ladogasee 236
 Ladung, elektrische 505f.
 Ladungseinheit, elektrostatische 506
 Länder der Bundesrepublik Deutsch-
 land (BRD) 261
 Längengrad 230f.
 Längenmaß 366
 Längenmessung (Phys.) 448
 Lafayette, Marquis de 115
 Lagerpflanzen 660
 Lagos 278
 La Granada (Grenada) 264
 Lahore 280
 Laieninvestitur 97
 Lakedämonier (Spartaner) 80
 Laktase 627
 Lamarck, Baptiste de 686
 Lamarckismus 686f
 Lambarene 264
 Landengen, bekannte 237
 Landtag 167
 Landwirtschaftliche Produktionsgenos-
 senschaften 138
 Langobarden 95
 Langres, Plateau von 263
 Langwelle (im Rundfunk) 538
 Lanthanoide 585
 Laos 273
 La Paz 256
 Lapilli 226
 La Plata 236, 288
 — -Becken 252
 La Rochelle (Hugenottenfestung) 109
 Laserstrahl 500
 L-Ascorbin-Säure 628
 La Soufrière 228
 Lassalle, Ferdinand 124
 Lassen Peak 228
 Lastarm (Phys.) 456
 Lastkraftwagen 192
 Laugen (Basen, Hydroxide) 579
 Laurentisches Tafelland 270
 Lausanne 285
 Lausanner Reparationskonferenz 134
 Lautal 637
 Lautlehre 12
 Lautschrift 11
 Lava 226
 La Valletta 274
 LD-Verfahren 594
 Lebensstandard 167
 Leberegel 651
 Lecher-System 536
 — -Wellen 536
 Lechfeld, Schlacht auf dem 96
 Lederhaut (Cutis) 698
 Leere Menge (Math.) 416
 Leerlaufhandlung 673
 Leeward-Inseln 293f.
 Legalität 167
 Legierungen 637
 Legislative 167
 Legislaturperiode 167
 Legnano, Schlacht bei 98
 Lehrsatz des Pythagoras 380

Leibei genschaft, Abschaffung der
 (in Österreich) 116
 Leideform (Passiv) 13, 15
 Leipzig 261f.
 —, Völkerschlacht bei 122
 Leistung (Phys.) 453
 Leiter (Phys.) 506
 Leitfähigkeit (Phys.) 515
 Lena 236, 286
 Lenin 129
 Leningrad (St. Petersburg) 112, 286
 Leninismus 135, 167
 Lenzsche Regel 525
 Leonidas, Spartanerkönig 85
 Leopoldville = Kinshasa 294
 Lepanto, Seeschlacht bei 108
 Lepidus 89
 Lesotho 273
 Lesung 167
 Lettermetall 637
 Leuchtdichte (Phys.) 498
 Leuchstoffrohre 513
 Leuchzeichen an Fahrzeugen
 191, 200
 Leukoplasten 663, 704
 Leverkusen 262
 Lhasa 289
 Lias 223
 Libanon 273
 — -Gebirge 273
 Libellen 654
 Liberalismus 167
 Liberia 273
 Labreville 264
 Libyen 229, 254, 273
 Licht (Phys.) 564
 — -bogen 594, 645
 — -geschwindigkeit 498
 — -lupe 191
 — -maschine 526
 — -quanten 500
 — -stärke (Phys.) 497
 Liebig, Justus von 123
 Liebknecht, Karl 124
 Liechtenstein 273f
 Lille-Roubaix-Tourcoing 263
 Lima 281
 Limes 90
 Limnologie 211
 Limpopo 236
 Lincoln, Abraham 124
 Lindbergh, Charles 133
 Lindeverfahren 578, 645
 Linearbeschleuniger 559
 Linearer Oszillator 535
 Line Islands 264
 Linke und Rechte 167
 Linksextremismus 167
 Linné, Carl von 686
 Linsen 492f.
 — -fehler 494
 — -gesetz (Phys.) 493
 — -systeme (Achromate) 494
 Linz 279
 Liparische Inseln 268
 Liparit 224

ipasen (Esterasen) 627, 694
 ipowitz 637
 issabon 229, 282
 iter 366
 ithium-bromid 636
 — carbonat 636
 — chlorid 636
 — oxid 636
 lanos 288
 ochvulkan 227
 ösung, kolloidale 570
 oire 236
 okomotive, elektrische 530
 olland 259
 rome 290
 ondon 265
 ongitudinalwelle 467
 ong) ton 366
 orentz-Kraft 524
 os Angeles 292
 oschmidtsche Zahl 575
 othar III. von Sachsen 98
 ourceño Marques 276
 oyauté-Inseln 277
 PG = Landwirtschaftliche Pro-
 duktionsgenossenschaft 167
 uanda 254
 uang-Prabang 271
 udwig der Deutsche 96
 udwig der Fromme 95
 udwig XIII., franz. König 109
 udwig XIV., der „Sonnenkönig“
 109, 112
 udwig XVI., König von Frankreich
 117
 udwigshafen am Rhein 262
 übeck 262
 ütlich 256
 ützen, Schlacht bei 108
 uft (Chem.) 576
 uftöhre 697
 unge 697
 ungenbläschen (Alveolen) 697
 upe 494
 urchen (Amphibien) 656
 usaka 283
 uther, Martin 103
 uxemburg 274
 Luzern 285
 ymphe 697
 Lyon 263
 Lysa Góra 281

M

Maar 226
 Macao (Macau) 274
 Mackenzie 236, 270
 Madagaskar (Madegassische Republik)
 274
 Madinet El Schaab (Sha'ab) 270
 Madrid 287
 Mähren 290
 Mälarsee 236, 284
 männlich (maskulin) 16

Magdeburg 261 f.
 Magdeburger Halbkugeln 462
 Magistrat 168
 Magma 226
 Magmatit 244
 Magna Charta (Großer Freiheitsbrief)
 99
 Magnalium 637
 Magnesium 592, 595, 640
 — bromid 636
 — carbonat 636
 — chlorid 636
 — nitrit 636
 — oxid (gebrannte Magnesia) 640
 — sulfat 636
 Magnet 510
 Magnetfeld 510, 521 ff.
 Magnetisierung 510
 Magnetostatik 509 f.
 Mahé 285
 Mailand 268
 Mainz 262
 Maische 614
 Majuro 275
 Makedonen (Makedonier) 85
 Malaiischer Archipel 245, 266, 278
 Malakka-Halbinsel 286
 Malaspina-Gletscher 237
 Malawi (Nyassaland) 274
 Malaysia 274
 Malé 274
 Malediven 274
 Mali 274
 Malm 223
 Malonsäure 617
 Malta 274 f.
 Maltase 627
 Maltose (Malzzucker) 614, 623, 627
 Malwinen (Falklandinseln) 275
 Malzzucker (Maltose) 614, 623, 627
 Managua 278
 Manama 256
 Mandat 168
 Mangan 596
 — chlorid 636
 — dioxid (Braunstein) 640
 — hydrox 636
 — oxid 636
 — sulfat 636
 Manifest (von Marx und Engels) 123
 Manipulation 168
 Mannheim 262
 Mantel (Math.) 394
 Manytsch-Niederung 245, 286
 Mao Tse-tung 133, 140, 144
 Maracaibo 292
 — -See 236, 292
 Marathon 85 f.
 Marconi, Guglielmo 125
 Marco Polo 101, 242
 Marengo, Schlacht bei 119
 Margheritaspitze 237
 Marianen 265, 275
 — -Graben 246
 Maria Theresia, Kaiserin von Österreich
 113

Maritza 258
 Marius, Gaius 88
 Mark Aurel, röm. Kaiser 90, 92
 Marktwirtschaft 168
 Marmareemeer 291
 Marokko 275
 Marquesas 263
 Mars 215, 220, 238
 Marseille 263
 Marshall-Inseln 275
 Marshall-Plan 138
 Martinique 227, 275
 Marx, Karl 124, 168
 Marxismus 168
 Maseru 273
 Maskarenen-Inseln 275
 Maskat (Oman) 279
 maskulin (männlich) 16
 Maße 366
 Masse (Phys.) 450 f.
 Massepunkt (Phys.) 466
 Massendefekt 582
 Massenmedien 168
 Maßstab 385 f.
 Mathematik 299 ff.
 Matsu (Taiwan) 259
 Matterhorn 237
 Matto Grosso 281
 Mauna Loa 228
 Mauritien 275
 Mauritius (Maskarenen) 275
 Maximum-Minimum-Thermometer 475
 Mayflower 108, 110 251
 Mayon 228
 Mazarin, Kardinal 109
 Mazar-i-Scharif 254
 Mbabane 288
 Mechanische Energie 563
 Meere 232 ff.
 Meereskunde 211
 Meeresströmungen 233 f.
 Mehrfachkreuzungen 194
 Mehrheit 169
 Mehrheitswahl 169
 Mehrstufe (Komparativ) 13, 18
 Mehrzahl (Plural) 13, 17
 Meinungsfreiheit 169
 Meiose (Reduktionsteilung) 665
 Meißener Porzellanmanufaktur 112
 Mekong 236, 271, 289
 Melanchthon (Philipp Schwarzzerd) 103
 Melanesien 249
 Melaphyr 224
 Melbourne 255
 Melilla 287
 Memel 236
 Menam 289
 Mendel, Gregor 678
 Mendeleeff, Dimitrij 590
 Mendelsche Gesetze 678 ff.
 Menge (Math.) 413
 —, Mächtigkeit (Math.) 419
 Mengen-algebra 426
 — -angabe (Chem.) 575
 — -lehre 413 ff.
 — -lehre, Symbole 428

Mengensysteme 417
 --- -verknüpfung (Math.) 420
 Mennige 636
 Mensch 657
 Menschenkunde 693 ff.
 Menschenrassen 691
 Menschenrechte 169
 Menstruationsblutung 701
 Meridian 230
 Merkur 215, 220, 238
 Merowinger 94
 Mersen, Vertrag zu 96
 Meru 228, 289
 Mesas 272
 Mescekgebirge 291
 Mesenchym 651
 Meseta 287
 Mesitylen (Trimethylbenzol) 608
 Mesoderm 670
 Mesopotamien 78, 246, 267
 Mesosphäre 239 f.
 Mesozoikum 223
 Messing 637
 Metallbindung 586
 Metallionen 520
 Metallthermometer 475
 Metamorphes Gestein 224
 Metaphase 665
 Meta-Verbindungen 607
 Meteoriten 592
 Meteorologie 211
 Meter 366, 448
 Methan 603, 614
 Methanal (Formaldehyd, Formalin) 643
 Methanol (Methylalkohol) 614, 643
 Methansäure (Ameisensäure) 643
 Methylalkohol (Methanol) 614, 643
 --- -chlorid 604
 --- -orange 643
 Mexiko 229, 252, 276
 Meyer, Lothar 590
 Michigansee 236
 Mikrobar 460
 Mikrohenry (Phys.) 525
 Mikron 448
 Mikronesien 249
 Mikroskop 494
 Milchstraße 217
 Milcheiweiß 624
 mile 366
 Milet 81
 Militärdiktatur 169
 Militarismus 169
 Milli-ampere 507
 --- -gramm 366, 451
 --- -henry (Phys.) 503
 --- -meter 366, 448
 --- -mikron 448
 --- -pond 450
 Miltiades 85
 Milwaukee 292
 Milz 695
 Mindanao 281
 Mindel-Eiszeit 225
 Minister 169

Ministerpräsident 169
 Minja Konka 237
 Minoisch-mykenische Kultur 80
 Mino-Owari 229
 Minsk 286
 Minuend 305
 Minute 449
 Miozän 223
 Mischgas 611
 Mischschaltung (Mischstufe) 540
 Mischungsverhältnis 336
 missing link 690
 Mississippi 236, 293
 Missouri 236, 293
 Mißtrauensvotum 169
 Mitbestimmung 169
 Mithridates, König von Pontus 88
 Mitochondrien 664, 704
 Mitose 664 f.
 Mittelmeer 242
 Mittelpunktswinkel 387
 Mittelschwedische Senke 284
 Mittelsenkrechte (Dreieck) 377
 Mittelsibirisches Bergland 246, 286
 Mittelstand 169
 Mittelwelle (im Rundfunk) 538
 Mittelwort (Partizip) 15, 27
 Mittlere Steinzeit 74
 Moçambique (Mosambik) 276
 Moderatoren (Bremsmaterialien) 560
 Modifikation 683
 Modus (Aussageweise) 15
 Möglichkeitsform (Konjunktiv) 15
 Mönchengladbach 262
 Mogadischu 286
 Mohammed 95
 Mol (Phys.) 478, 575
 Moleküle (Phys.) 463, 571, 575
 Molekulargewicht 575
 Mollusken (Weichtiere) 654
 Molotow 134
 Molukken 245
 Molybdän 596
 Molybdänsulfid 636
 Monaco 276
 Monarchie 169
 Mond 215 f.
 --- finsternis 218
 --- gestein 218
 Mongolei, Innere 258
 Mongolische Volksrepublik 276
 Mongolischer Altai 276
 Monochlormethan 604
 Monomethylbenzol (Toluol) 608
 Monopol 169
 Monosaccharide 622 f.
 Monroe-Doktrin 122
 Monrovia 273
 Montan-Union 127, 141
 Montblanc 237
 Monte Carlo 276
 Monterrey 276
 Montevideo 292
 Montgolfier 116
 Montmorency, Herzog von 109
 Mont Pelée 227 f., 273

Montréal 270
 Montserrat 293
 Moose 661
 Mopedfahrer 201 f.
 Moränen 245
 Moroni 272
 Morse, Samuel 123
 Morula 669
 Mosambik (Moçambique) 276
 Moskau 286
 Moskauer Vertrag 144
 Mount Balbi 283
 --- Cook 278
 --- Everest 237, 246, 277
 --- McKinley 237
 --- Whitney 237
 Mozart, Wolfgang Amadeus 114
 Msenga 276
 Mülheim (Ruhr) 262
 München 261 f.
 Mündigkeit 169
 Münster 262
 Mujibur Rahman (Scheich) 144
 Mulhacén 237, 287
 Multiplikation 305, 308 ff.
 Murray 236
 Muschelkalk 223
 Muscheln 654
 Muskulatur 693
 Mussolini, Benito 133
 Mustagh-ata 246
 Mutation 683, 704
 Mutterkuchen (Placenta) 701
 My Tho 293
 Myzel 661, 704

N

Nabelschnur 701
 Nagasaki (Atombombe) 138
 Nagetiere 657
 Nagoja 269
 Naha 283
 Nairobi 271
 Namib 277
 Namibia 277
 Namlagira 228
 Nanga Parbat 237
 Nanking-Regierung 133
 Nanohenry (Phys.) 525
 Nantes 263
 Nantes, Edikt von 107
 Naphthalin 608, 644
 Napoleon Bonaparte 118 f., 121
 Napoleon, Louis 123
 Napoleons Kaiserkrönung 119
 Narses 93
 Nase 698
 Nassau (Bahamas) 256
 Natal 288
 Nation 170
 National-China 259
 Nationalismus 170
 Nationalkonvent (Frankreich) 117
 Nationalsozialismus 170

NATO = North Atlantic Treaty Organization 127, 170
 Natrium 591
 — amid 636
 — bisulfid 636
 — bromid 636
 — carbonat (Soda) 636, 640
 — chlorat 640
 — chlorid (Kochsalz) 580, 636, 640
 — cyanid 636
 — dihydrogenphosphat 640
 — fluorid 636
 — hydrogencarbonat 640
 — jodid 636
 — nitrat (Natronsalpeter) 636, 640
 — nitrit 636
 — oxid 636
 — silikat (Natronwasserglas) 601, 636, 640
 — sulfat 636
 — sulfid 636, 640
 — tetraborat 636
 — thiosulfat (Fixiersalz) 636, 640
 Natron-salpeter (Natriumnitrat) 640
 — -wasserglas (Natriumsilikat) 640
 Natürliche Zahl 301
 Naturrecht 170
 Nauru 277
 Ndjemena (Fort-Lamy) 290
 Neandertaler 691
 Neapel 268
 Nebellampe 201
 Nebelschlußleuchte 201
 Nebenniere 700
 Nebensatz 28 f.
 Nedschd 284
 Negation (Math.) 425
 Negativbild (in der Fotografie) 595
 Negev 268
 Nehru, Jawaharlal 144
 Nelson, englischer Admiral 119, 121
 Nelson (Fluß) 236
 Nennform (Infinitiv) 14 f.
 Neozoikum 223
 Nepal 277
 Neptun 215, 220
 Nero, röm. Kaiser 90
 Nerva, röm. Kaiser 90
 Nerven, motorische 700
 —, sensible 700
 Nervensystem 699
 —, animales 699
 —, peripheres 699
 —, vegetatives 699
 Nettogewicht 348
 Netzahualcoyotl 276
 Netzflügler 653
 Neubrandenburg 261
 Neu-Delhi 266
 Neu-England (engl. Kolonie) 110
 Neuguinea 248 f., 277
 Neukaledonien 277
 Neukurve (Phys.) 511
 Neusilber 637
 Neue Hebriden 277
 Neuenburg (Neuchatel) 285

Neunerprobe 316 ff.
 Neuriten 699
 Neuseeland 247 ff., 277 f.
 Neustüdwaies 248
 Neuß am Rhein 262
 Neutralisation (Chem.) 580, 587
 Neutralität 170
 Neutrino 556
 Neutronen 506, 580 f.
 Neutrum (sächlich) 16
 Nevis 293
 New Orleans 116, 293
 New Providence 256
 Newton, Isaac 213
 New York 292
 Ngwane = Swasiland 288
 Nha Trang 293
 Niarnéy 278
 Nicaragua 278
 — see 236
 Nickel 596, 640
 — carbonat 636
 — münzen 637
 — stahl 594, 637
 — sulfat 636, 640
 Nidwalden 285
 Niederlande 278
 Niederländische Antillen 278
 Niederländisch Guayana = Suriname 288
 Niederländisch-Ostindische Komp. 108
 Niederösterreich 279
 Niedersachsen 261
 Nieren 695
 Nife 221
 Nifesima 221
 Niger 236, 250, 278
 Nigeria 278
 Nikosia 294
 Nil 236, 250, 254, 288
 Nimbostratus 241
 Nipp-Tide 235
 Nitrat 598
 Nitrobenzol 608
 Nitrocellulose 623
 Nitrogruppe 608
 Niufu 228
 Nixon 145
 Nizza 263
 Njassasee 236, 250, 289
 Nördliche Dwina 236
 Nominativ (Wer-Fall) 13, 17
 Nonan 604
 Nonius 449
 Nordamerika 251 f.
 Nordatlantik-Pakt (NATO) 140
 Norddeutscher Bund 124
 Norddeutsches Tiefland 245
 Nordirland 145, 264 f.
 Nordkorea 272
 Nordrhein-Westfalen 261
 Nordrhodesien (Sambia) 283
 Nordsee 244
 Nordvietnam 293
 Norwegen 278 f.
 Notstandsgesetz 170

Nouméa 277
 Nowosibirsk 286
 NPD = Nationaldemokratische Partei Deutschlands 170
 NSDAP = Nationalsozialistische Deutsche Arbeiterpartei 132, 170
 Nouadibou 275
 Nouakschott 275
 Nucleinsäuren 620, 683, 704
 Nucleotid 683
 Nukleare Waffen 170
 Nukleolus 664, 704
 Nukleon 556
 Nürnberg 262
 Nürnberger Prozesse 138
 Nukualofa 286
 Nullmeridian 230
 Numerale (Zahlwort) 20
 Numidien 88
 Nyassaland, jetzt Malawi 274, 279
 Nylon 624
 Nystad, Frieden von 116

O

Oahu 266
 Ob 236
 Oberer See 236
 Oberhausen 262
 Oberhaut (Epidermis) 698
 Oberösterreich 279
 Oberrheingraben 244
 Oberschlesien 132
 Oberton (Oberschwingung) 470
 Obervolta 279
 Objekt (Satzergänzung) 26
 Objektiv (Phys.) 494
 Objektsatz 29
 Obwalden 285
 Ochotskisches Meer 286
 Octan 604
 Octavianus 89
 Octen 606
 Odense 259
 Oder 236
 Oder-Neiße-Linie 138, 171
 Odessa 286
 Odowakar 92
 Öffentliche Meinung 171
 Ökologie 674 ff.
 Ölsäure 619
 Ösling 274
 Österreich 279 f.
 Österreichischer Staatsvertrag 141
 Österreich-Ungarn (wird Großmacht) 111
 Offenbach am Main 262
 Offener Schwingkreis (Phys.) 534
 Ogooué 264
 OHG = Offene Handelsgesellschaft 171
 OH-Gruppen 588
 Ohm 514
 Ohmscher Widerstand 533
 Ohmsches Gesetz 516

Ohr 671, 698
 Ohrwürmer 654
 Ojos del Salado 237
 Oka 236
 Okawango 236
 Okkupation 171
 Okular 494
 Oldenburg i. O. 262
 Olefine 606
 Oligozän 223
 Olympia 84
 Olympische Spiele (im Altertum) 84
 — (die ersten der Neuzeit) 125, 145
 Oman (Maskat) 279
 Omnibus (im Verkehr) 192, 203
 Omsk 286
 Onegasee 236
 Ontariosee 236
 Opposition (Astronomie) 219
 — (Politik) 171
 Optik 490 ff.
 —, geometrische 490
 Optimatzen 88
 Oranje 236
 Oranje-Freistaat 123, 288
 Ordinalzahl (Ordnungszahl) 20, 301
 Ordnungszahl (Ordinalzahl) 20, 301
 — (der Elemente) 581
 Ordoviciun 223
 Oreopithecus 690
 Organe (Biol.) 670
 Organellen 649
 Orientierungspolarisation 509
 Orinoco 236, 252, 272
 Orthographie (Rechtschreibung) 31
 Ortho-Verbindungen 607
 Orter 237
 Ortstafel 193
 Osaka 269
 Osiris (ägyptische Gottheit) 78
 Oslo 278
 Osmiumtetroxid 636
 Osnabrück 262
 Ostafrikanischer Graben 250
 Ost-Berlin 261 f.
 Ostblock 171
 Osterinsel 279
 Osteuropäisches Tiefland 245
 Ostgebiete des Deutschen Reiches 171
 Ost-Malaysia 267
 Ostrau (Ostrava) 290
 Ostsee 244
 Ostsibirisches Faltengebirge 246, 286
 Ostverträge 171
 Oszillator, Hertzscher 535
 — kreis 539
 —, linearer 535
 Ottawa 270
 Otto I., der Große, deutscher Kaiser 96
 Otto II., deutscher Kaiser 96
 Otto III., deutscher Kaiser 96 f.
 Otto IV. von Braunschweig 99
 Ottokar II. von Böhmen 99
 Otto-Motor (Geschichte) 125
 ounce (oz) 366
 Ovulationshemmer 701

Oxalsäure (Äthandisäure) 617, 644
 Oxid 576 ff.
 Oxidasen 627
 Oxidation 576 ff., 588
 Oxidationsmittel 589
 Oxo-Synthese 616
 Ozeanien 247 ff.
 Ozeaninsel 264
 Ozeanographie 211

P

Paarmenge (Math.) 423
 Pakistan 145 f., 266, 280
 Paläontologie 687 f.
 Paläozoikum 223
 Palästina 280
 Palauinseln 280
 Paleozän 223
 Palermo 268
 Pallas 221
 Palmitinsäure 617
 Pamir 246
 Pampa 253, 255
 Panama 280
 —, Isthmus von 237
 —-Kanal (Eröffnung) 129
 Pannen (im Straßenverkehr) 209
 Pantoffeltierchen 650
 Pantothensäure 628
 Papeete 263
 Papsttum 97
 Papua Niugini 277, 280 f.
 Paraffine 604 f., 644
 Paraguay 281
 — (Fluß) 236
 Parallelogramm (Rhomboid) 373
 — der Kräfte 455
 Paramaribo 288
 Paraná 255, 257
 Parapithecus 690
 Parasit 673
 Parasitismus 705
 Parasympathicus 699
 Para-Verbindungen 607
 Paricutin 227 f.
 Paris 263
 Pariser Frieden (1763) 116
 — — (1814) 122
 — — (1815) 122
 Pariser Verträge (1955) 141, 171
 Parken (im Kraftverkehr) 198 ff.
 Parkscheibe 200
 Parkzeitbeschränkungen 200
 Parlament 171
 Partei 172
 Parthenogenese (Jungfernzeugung) 669
 Partikel 20, 646
 Partisanen 172
 Partizip (Mittelwort) 15
 Partizip Perfekt (2. Partizip) 14
 Partizip Präsens (1. Partizip) 14
 Passatwind 234
 Passiv (Leideform) 13, 15
 Pasterze-Gletscher 237
 Patagonien 255
 Patrizier 87
 Pausanias 85
 Pax Romana 90
 Pazifismus 172
 Pearl Harbour 136
 Pécs = Fünfkirchen 291
 Pegmatit 224
 Peipussee 236
 Peisistratos 83
 Peking 259
 Peloponnes 264
 Peloponnesische Kriege 86
 Peloponnesischer Bund 83
 Pemba 283
 Penicillin 661
 Penn. William 112
 Pennsylvania (Kolonie) 112
 Pentan 604
 Pentanol 614
 Penten 606
 Pentode 546
 Pentylalkohol (Pentanol) 614
 Pepsi 627, 694
 Peptidbindung 620
 Peptone 627
 Perekop-Landenge 237
 Perfekt (Vollendete Gegenwart) 13, 15
 Perigäum 465
 Perihel 465
 Perikles 83, 86
 Perikleisches Zeitalter 83
 Periodensystem (Chem.) 584, 590
 Periodisches System der Elemente 553
 Perioiken 80
 Peripherie (Kreislinie) 386
 Peripheriewinkel 387
 Perlon 625
 Perm (Erdzeitalter) 223
 Perm (Stadt) 286
 Permeabilität 511
 Peron, Maria Estela 146
 Persepolis 85
 Perserkriege 85
 Perseus, König von Makedonien 87
 Persien (Iran) 229, 267
 Persönliches Fürwort (Personalpronomen) 19
 Personalpronomen (Persönliches Fürwort) 19
 Personenwagen mit Anhänger 192
 Perth 255
 Peru 229, 281
 Peter der Große 111 f.
 Peter-I-Insel 278
 Petersburg, St. (Leningrad) 112, 286
 Petition of Right 108, 110
 Petitionsrecht 172
 Petroleum 611
 Petschora 236
 Pflanzen, fleischfressende 673
 Pflanzliche Zelle 663
 Pferdestärke 453
 Pharaonen 77
 Pharsalus 89
 Phasenverschiebung 530

- Phenol (Hydroxybenzol, Karbolsäure) 608, 644
 — phtalein 644
 Phenoplaste 624
 Philadelphia 292
 Philipp der Schöne 102
 Philipp von Makedonien, König 85f.
 Philipp von Schwaben 99
 Philipp II., spanischer König 102, 106
 Philippi, Schlacht bei 89
 Philippinen 246, 281
 Phlogistontheorie 646
 Phönix-Inseln 264
 Phosgen 635
 Phosphate 599
 Phosphin 636
 Phosphor 599
 — bronzen 637
 — chlorid 636
 — pentoxid 636
 — säure 599, 636
 Photoapparat 496
 Photographie 592, 595
 Photometrie 497
 Photosphäre 220
 Photosynthese (Assimilation) 600, 645,
 663, 672, 705
 PHP-Ester 618
 Phtalsäure (Benzoldikarbonsäure) 644
 pH-Wert 588, 646
 Phyllit 224
 Physiologie 671 ff.
 —, Sinnes- 671
 —, Stoffwechsel- 671
 Pico (Vulkan) 271
 — de Aneto 287
 — de Orizaba 237, 276
 — de Teide 237
 Pidurutalagala 287
 Piezoelektrischer Effekt 509
 Pigmentbildung 698
 Pilisgebirge 291
 Pilsen (Plzeň) 290
 Pilze 661
 Pinguine 657
 Pinselschimmel 661
 Pippin, Hausmeier und König 94
 Pirin-Gebirge 258
 Pithecanthropus 690
 — erectus (Homo erectus) 690
 Piton de la Fournaise 228
 Piton des Neiges 282
 Pittsburgh 293
 Piz Bernina 237
 Pjongjang 271
 Placenta (Mutterkuchen) 701
 Planarie 651
 Plancksches Wirkungsquantum 552
 Plancksche Quantentheorie 500
 Planeten 219 ff.
 — system 217
 Planetoiden 220
 Planimetrie (Flächenberechnung) 367 ff.
 Planwirtschaft 172
 Plasmodium 650
 Plastiden 705
 Plattää 85f.
 Plateau von Langres 263
 Platin 596
 — chlorid 636
 Platon 83
 Plattensee 236, 291
 Plattwürmer 651
 Plebejer 87
 Pleistozän 223f.
 p-Leiter (Phys.) 548
 Plenum 172
 Pleskauer See 236
 Plexiglas 625
 Pliozän 223
 Plural (Mehrzahl) 13, 17
 Pluralismus 172
 Plusquamperfekt (Vollendete Vergangen-
 heit) 13, 15
 Pluto 215, 220
 Plutonit 224
 Plzeň (Pilsen) 290
 Pnom Penh 146, 271
 Po 267
 Pol (Phys.) 510
 Polarisation (ohne äußeres elektrisches
 Feld) 509
 —, Orientierungs- 509
 —, Verschiebungs- 509
 Polar-kreis 231
 — -nacht 230
 — -stern 217
 — -tag 230
 — -zone 230
 Polen 281
 Politik 172
 Polizei 172
 Pollen (Blütenstaub) 662, 668
 Polnisches Mittelgebirge 281
 Polradius 214
 Poly-acrylnitril 625
 — -kondensation 624 ff.
 — -merisation 624 ff.
 — -peptide 627
 — -saccharide 623
 — -styrol 625
 Polynesien 249, 263
 Polyp 651
 Pompeius, Gnäus 88
 Pompeji 227
 Pond 450
 Pontisches Gebirge 291
 Poopó-See 257
 Popocatepetl 228, 276
 Popularen 88
 Poriferen (Schwämme) 650
 Port-au-Prince 266
 Port Elizabeth 288
 Port Louis (Mauritius) 275
 Port Jackson 248
 Port of Spain 290
 Porto Grande (Kapverdische Inseln)
 271
 Porto Novo (Dahomey) 259
 Port Stanley (Malwinen) 275
 Port Victoria (Seychellen) 285
 Portugal 146, 279, 282
 Portugiesisch Timor 282
 Porzellan 601
 Positionssystem 302
 Positiv (Grundstufe) (Gramm.) 13
 Positiv (in der Fotografie) 595
 Positron 582
 Possessivpronomen (Besitzanzeigendes
 Fürwort) 19
 Potentialdifferenz 520
 Potenz (Math.) 333
 Potsdam 260f.
 Potsdamer Abkommen 138, 173
 Pottasche (Kaliumcarbonat) 639
 pound (lb) 366
 Powo 289
 Prädikat (Satzkern) 27
 Präfix (Vorsilbe) 23
 Präposition (Verhältniswort) 21
 Präsens (Gegenwart) 13, 15
 Präteritum (Vergangenheit) 13
 Prag 290
 —, Frieden zu 124
 Prager Fenstersturz 107
 Praia 271
 Pressefreiheit 173
 Pretoria 288
 Preußisches Generaldirektorium 113
 Primaten (Herrentiere) 657
 Primzahlen 318
 Principe 284
 Prisma 492
 Prismenfernrohr 495
 Proconsul 690
 Produkt (Math.) 305
 — menge (Math.) 423
 Produktengleichung 335
 Produktionsmittel 173
 Prognathie 691
 Progressive 173
 Proletarier 173
 Pronomen (Fürwort) 19
 Propan 604
 Propanol (Propylalkohol) 614
 Propanon (Azeton) 642
 Propantriol (Glycerin) 643
 Propen 606
 Prophase 665, 705
 Propin 606
 Propiopiethcus 690
 Proportion (Verhältnissgleichung) 335
 Proportionalitätsfaktor 524
 Proportionalzählrohr 555
 Propylalkohol (Propanol) 614
 Prostata (Vorsteherdrüse) 701
 Proteasen 627
 Proteide 620
 Proteine 620, 664
 Protektorat Böhmen und Mähren 136
 Proton 505, 580f.
 Protophyten (Einzellige Pflanzen)
 659
 Protozoen (Einzeller) 649
 Protuberanzen 220
 Provitamin 628

Provokation 173
 Prozentrechnung 343 ff.
 Pruth 282
 Ptolemäus 213
 Ptyalin 694
 Pubertät 701
 Puebla de Zaragoza 276
 Puerto Montt 258
 Puerto Rico 282
 Puna 257
 Punakha 256
 Punische Kriege 87
 Punjab 246
 Punkt 35
 Puracé 228
 Puritaner 110
 Putsch 173
 Pyramide (Math.) 397 ff.
 Pyramiden (Giseh) 78
 Pyramidenstumpf 400 f.
 Pyrenäen 245, 287
 Pyrit 598, 635
 Pythagoras, Lehrsatz des 380
 Pytheas 242

Q

Quader 393 f.
 Quadrat 373
 — kilometer 366
 — meter 366
 Qualle 651
 Quanten 646
 Quartär 223
 Quarz 601
 Quarzit 224
 Quecksilber 597
 — chlorid 636
 — oxid 636
 — sulfat 636
 — sulfid 636
 Queensland 248
 Quersumme 316 ff.
 Quetta 229
 Quezon City 281
 Quito 229, 260
 Quotient 306

R

Ra (ägyptische Gottheit) 78
 Rabat 275
 Rabatt 347
 Radar 542
 Radfahrer 197, 201 f.
 Radikalismus 173
 Radikand 334
 Radioaktiver Zerfall 555
 Radioaktivität 553, 582
 Radiumsulfat 636
 Radius (Zirkelspanne) 378, 386
 Radweg 202
 Raiffeisen, Friedrich Wilhelm 124
 Raketen 464

Ralik-Inseln 275
 Ramapithecus 690
 Randwinkel 387
 Rangun 257
 Ras el Cheima 292
 Rassen 691
 Rastatt, Frieden von 112
 Ratak-Inseln 275
 Ratenzahlung 347
 Rathenau, Walther 133
 Ratifikation 173
 Rationalisierung 173
 Raubtiere 657
 Raum-einheit 391
 — -fahrt 465
 — -flüge 143 ff.
 — -inhalt (Volumen) 391
 — -lehre 365 ff.
 — -maße 366, 435
 — -schiffe 464
 — -sonde 465
 Raute (Rhombus) 374
 Reaktion 173
 Reaktionsprinzip 451
 Rechen-schieber (Rechenstab) 407 ff.
 — -tafel (Abakus) 303
 — -zeichen 304
 Recht 173
 — eck 371 f.
 — schreibung 31
 Rechte und Linke 167
 Rechts-extremismus 174
 — -fähigkeit 174
 — -fahrgebot 192
 — -staat 174
 Rechtwinkliges Dreieck 376
 Recklinghausen 262
 Redefreiheit 174
 Redoxvorgang 646, 588 f.
 Reduktion (Chem.) 578, 589
 Reduktionsmittel 578, 589
 Reduktionsteilung (Meiose) 665
 Reflexionsgesetz (Phys.) 469, 490
 Reformation 103 ff.
 Regeldetri 340
 Regenbogen 499
 Regensburg 262
 Regenwurm 652
 Regiomontanus 213
 Regierung 174
 Reibung (Phys.) 459
 Reibungswiderstand 511
 Reichsdeputationshauptschluß 119
 Reichs-Jugend-Wohlfahrtsgesetz 133
 Reichstagsbrand 134
 Reichsvereinsgesetz 128
 Reichsversicherungsanstalt für Ange-
 stellte 129
 Reichsversicherungsordnung 129
 Reinstoffe (Chem.) 570
 Reis, Philipp 124
 Reiz (Biol.) 673
 —, akustischer 673
 —, chemischer 673
 —, optischer 673
 —, taktiler 673

Rekombination (Phys.) 548
 Relative Zahlen 353 ff.
 Relativpronomen (Bezügliches Für-
 wort) 19
 Relativsatz 29
 Religionsfreiheit 174
 Remanenz 511
 Remscheid 262
 Renten 174
 Rentierflechte 661
 Reparationen 175
 Reptilien (Kriechtiere) 656
 Republik 175
 Resonanzfrequenz (Phys.) 533
 Resorption 694
 Resorzin 644
 Restmenge (Differenzmenge) (Math.)
 422
 Retortenkohle 600
 Réunion (Maskarenen-Insel) 282
 Revanchismus 175
 Revolution 175
 Reykjavik 268
 Rhein 236
 Rheinbund 119
 Rheinland-Pfalz 260
 Rhesusfaktor 696
 Rheydt 262
 Rhizopoden (Wurzelfüßer) 649
 Rhodanwasserstoffsäure 636
 Rhodesien 282
 Rhodopen-Hochgebirge 258
 Rhomboid (Parallelogramm) 373
 Rhombus (Raute) 374
 Rhone-Gletscher 237
 Ribosomen 664
 Richelieu, Kardinal 107, 109
 Richter 175
 Richtgeschwindigkeiten 194
 Richtungspeile (auf der Fahrbahn) 199
 Riechen 671
 Riga 286
 Rila-Gebirge 258
 Ringelwürmer 652
 Rio Atrato 272
 Rio Cauca 272
 Rio de Janeiro 257
 Rio de la Plata 292
 Rio Grande 236
 Rio Magdalena 272
 Rio Muni 266
 Rio S. Francisco 257
 Riß-Eiszeit 225
 Robespierre, Maximilian de 118
 Rocky Mountains 293
 Rodrigues (Insel) 275
 Römische Zahlen 302
 Römisches Reich (in der Antike)
 87 ff.
 Röntgen, Wilhelm 125
 Röntgenstrahlen 558
 Roheisen 593
 Rohrzucker 623
 Rolle, feste 454
 —, lose 454
 Rom 87, 268

- Romulus 87
 Romulus Augustus 92
 Roosevelt, F. D. 134, 139
 Rosenberg, Ludwig 141
 Roscheses Metall 637
 Rosten 595
 Rostock 261 f.
 Rostov am Don 286
 Rotationsmaschine, Erfindung der 124
 Rotes Meer 245, 250
 Rotguß 637
 Rotliegendes 223
 Rotterdam 278
 Rousseau, Jean Jacques 113
 Rovuma 276
 Ruanda (Rwanda) 282
 Ruanda-Urundi 258
 Rubidium-Strontium-Methode 688
 Rudolf I. von Habsburg, deutscher König 99
 Rudolfsee 271
 Rübenzucker 623
 Rückenmark 700
 Rückstrahler (für Fahrräder) 202
 Rückwärtsfahren (im Straßenverkehr) 192
 Rüsseltiere 657
 Rumänien 282 f.
 Rumpler-Flugzeuge 129
 Rundfunk 538
 — Empfänger 539
 — sender 538
 Rundsäule (Zylinder) 396 f.
 Russisch-japanischer Krieg 128
 russisches Tafelland 244, 286
 Rußland (Sowjetunion) 286
 Rutherford, Ernest 551, 580
 Rutherford'sches Atommodell 551
 Ruwenzori 291
 Ryukyu-Inseln 246, 283
- Sajanisches Gebirge 286
 Saladin, Sultan 100
 Salamis, Seeschlacht von 86
 Salisbury (England) 76
 Salisbury (Rhodesien) 282
 Salizylsäure (Benzolhydroxykarbonsäure) 644
 Salmiak (Ammoniumchlorid) 598
 Salmiaksalz (Ammoniumchlorid) 638
 Salomonen 283
 Salpetersäure 598
 Salpetrige Säure 636
 Saluen 236
 Salzburg 279
 Salze (Chem.) 580
 Salzgitter 262
 Sambesi 236
 Sambia (Nordrhodesien) 283
 Samenpflanzen 662
 Samenzellen (Spermien) 668, 701
 Sammellinse (Konvexlinse) 492
 Samoa-Inseln 283
 San'a 268
 San Antonio 292
 San Diego 292
 San Francisco 229, 292
 —, Friedensvertrag von 141
 San José 259
 San Juan (Mexiko) 227
 San Juan (Puerto Rico) 282
 San Marino 283
 San Salvador 260
 Sand 601
 Sandschnurläufer 652
 Sandwurm 652
 Sankt Gallen 285
 Sankt Helena 283
 Sankt-Lorenz-Strom 236
 Sansibar und Pemba 283
 Santa-Cruz-Inseln 283
 Santa Isabel 266
 Santiago de Chile 258
 Santo Domingo 260
 Santorin (Insel) 227 f.
 São Francisco (Fluß) 236
 São Paulo 252, 258
 São Tiago 271
 São Tomé und Príncipe 284
 Saprophyt 673
 Saragossa 287
 Sarajewo 128
 Saratow 286
 Sarawak 274
 Sardinien 268
 Sargon, König 78
 Saskatchewan-Nelson 270
 Satelliten 464
 Satellitenstaat 175
 Saturn 215, 220, 238
 Satzergänzung (Objekt) 26 f.
 Satzgefüge 29
 Satzgegenstand (Subjekt) 27
 Satz Kern (Prädikat) 27
 Satzverbindung 28
 Saudi-Arabien 284
 Sauerbruch, Ferdinand 129
 Sauerstoff 576 ff.
 Sauerstoffgas 578
 Saurier 656
 „Savannah“ (Dampfschiff) 122
 Sawaii 228
 Saxonische Gebirgsbildung 223
 SBZ = Sowjetisch besetzte Zone Deutschlands 175
 Schaben 654
 Schachtelhalme 661
 Schädlingsbekämpfung 677 f.
 Schaffhausen 285
 Schalen (von Atomen) 580
 Schall (Phys.) 470
 — geschwindigkeit 470
 — stärke 471
 — welle 471
 — welle, stehende 471
 — zeichnen (im Verkehr) 191, 200
 Schaltung (von Lampen) 514
 Schan 257
 Schardschah 292
 Schari 236
 Scheidemann, Philipp 130
 Scheinwerfer 200
 Schelfmeer 232
 Schensi 229
 Schichtvulkan 226
 Schieblehre 449
 Schiedsmann 176
 Schiefer 224
 Schikoku 269
 Schilddrüse 720
 Schildvulkan 226
 Schintoismus 247
 Schirmgitter (Phys.) 546
 Schisadlan 228
 Schlacke 594
 Schleimpilze 661
 Schlesische Kriege 113, 116
 Schleswig-Holstein 261
 Schlichtung 176
 Schlotexplosion 226
 Schlußleuchte (für Fahrräder) 202
 Schlußrechnung 339 f.
 Schmalkaldischer Bund 105
 Schmarotzer 673
 Schnecken 671
 Schmelzpunkt 569
 Schmetterlinge 653
 Schmieröle 611
 Schnabelkerfe 654
 Schnecken 654
 Schnelldrehstahl 594, 637
 Schnell-Lot 637
 Schnittmenge (Math.) 421
 Schöffe 176
 Schonen 284
 Schorfpilze 661
 Schott Djerid 290
 Schottland 265
 Schrecksekunde 196
 Schrift 11
 Schub (Phys.) 464
 Schülermitbestimmung 176
 Schuko-Stecker 550

Schuko-Steckdose 550
 Schule 176
 Schulp 705
 Schumacher, Kurt 138
 Schwämme (Poriferen) 650
 Schwarzes Meer 286
 Schweden 284
 Schwefel 598, 640
 — dioxid 637
 — eisen (Eisensulfid) 638
 — kohlenstoff (Kohlenstoffdisulfid) 644
 — säure 598, 636
 — trioxid 637
 — wasserstoff 598, 636
 — wasserstoffsäure 598
 Schweflige Säure 598, 636
 Schweiz 284f.
 Schweizer Alpen 284
 — Jura 284
 — Kantone 285
 — Mittelland 284
 Schweredruck (hydrostatischer Druck) 460
 Schwerin 261
 Schwerlinie (Dreieck) 377
 Schwerpunkt (Phys.) 457
 — des Dreiecks 377
 Schwingkreis (Phys.) 533
 Schwingung (Phys.) 466
 —, gedämpft 466
 —, ungedämpft 466
 Schwingungsbauch (einer Welle) 469
 Schwingungsweite 466
 Schwyz 285
 Scipio, P. Cornelius 87
 Scrub 248
 SEATO 141
 Seattle 293
 SED = Sozialistische Einheitspartei Deutschlands 176
 Sedimentation 222
 Sedimentgestein 224
 Seebeck-Effekt (thermoelektrische Spannung) 521
 Seeigel 655
 Seekunde 211
 Seemeile 366
 Seen, Große 232, 236
 Seeland 259
 Seerose 651
 Seesterne 655
 Seewalzen (Seegurken) 655
 Segment (Kreisabschnitt) 387f.
 Sehne (Math.) 386
 Sehnentangentenwinkel 387
 Seife 619
 Seitenhalbierende (Dreieck) 377
 Sekante 386
 Sektor (Kreisabschnitt) 387f.
 Sekunde 449
 Selbstbestimmungsrecht 176
 Selbstlaut (Vokal) 12
 Selendioxid 637
 Semikolon (Strichpunkt) 28, 36
 Senegal 236, 266, 285

Seoul 272
 Serra da Estrela 282
 Sevilla 287
 Sexualität 176
 Seychellen 285
 Shahestan Pahlewi 267
 short ton 366
 Shunt (Parallelwiderstand) 519
 Sial 221
 Siam 285, 289
 Sibirien 246
 Sicherung (Phys.) 513
 —, automatische 522
 Sidney 248
 Siebenbürgisches Hochland 282
 Siebenjähriger Krieg 113, 116
 Siedepunkt 569
 Siemens, Werner von 529
 Sierra de Gata 287
 — de Gredos 287
 — de Guadarrama 287
 — Nevada de Mérida 292
 — Nevada de Santa Maria 272
 — de Perijá 292
 — Leone 285
 — Madre Occidental 276
 — Madre Oriental 276
 — Morena 287
 — Nevada 245, 287
 Sikkim 286
 Sikorski 129
 Silbenschrift 11
 Silber 595, 597
 — acetylid 635
 — bromid 595, 635
 — chlorid 635
 — fluorid 635
 — jodid 635
 — nitrat (Höllenstein) 599, 635, 640
 — sulfat 635
 — sulfid 635
 Silicate 601
 Silicium 601
 — dioxid 637
 — tetrachlorid 637
 — tetrafluorid 637
 Silicone 601
 Silumin 637
 Silur 223, 244, 688
 Sima-Schale 221
 Sinanthropus 690
 Singapur 286
 Singular (Einzahl) 13, 17
 Singvögel 657
 Sinkiang-Uigur 258
 Sinnesorgane 698f.
 Sinnesphysiologie 671
 Sinusschwingung (harmonische Schwingung) 466
 Sizilien 268
 Skagerrak-Schlacht 130
 Skandinavisches Hochgebirge 245, 284
 — Hochland 279
 Skleron 637
 Skopje 229
 Slowakisches Erzgebirge 290

Småland 284
 Snelliussches Brechungsgesetz 491
 Sobieski, Johann, polnischer König 111
 Socotra 270
 Soda (Natriumcarbonat) 600, 640
 Sofia 258
 Sokrates 83
 Solingen 262
 Solon 83
 Solonische Verfassung 83, 86
 Solothurn 285
 Somalia 286
 Sommersonnenwende 230
 Sonne 219ff.
 Sonnen-Einsternis 218
 — flecken 220
 — gottheiten, ägyptische 78
 — jahr 214
 — korona 220
 — sekunde 449
 — system 219
 Sorbinsäure 618
 Souveränität 178
 Sowjetische Besatzungszone 138
 Sowjetunion (UdSSR) 130, 286f.
 Sozialdemokratische Arbeiterpartei 124
 Soziale Marktwirtschaft 178
 Sozialkunde 147ff.
 Sozialismus 178
 Sozialistengesetze 125
 Sozialleistungen 178
 — partner 178
 — produkt 178
 — staat 178
 — versicherung 178
 Spalteneruption 226
 Spaltpflanzen 659
 Spanien 659
 Spanisch-Afrika 287
 Spanische Armada 107
 Spanischer Bürgerkrieg 135f.
 — Erbfolgekrieg 112
 Spannung (Phys.) 507
 Spannungsdifferenz 520
 Spannungsreihe (Chem.) 588f.
 Spannungsstoß (Phys.) 524
 Sparta 80
 Spartakus-Bund (Aufstand) 132
 Spartaner (Lakedämonier) 80
 Spartiaten 80
 SPD = Sozialdemokratische Partei Deutschlands 180
 Spechte 657
 Spermien (Samenzellen) 668, 701
 Sperrfläche (im Straßenverkehr) 197
 Sperrschicht (Phys.) 548
 Spezielle Biologie 663
 Spezifische Gewichte 429
 Spezifischer Widerstand (Phys.) 515
 Spiegel (Phys.) 491
 Spiegelebene 491
 Spiegel, sphärische 491
 spiegelbildlich (symmetrisch) 384
 Spinnen 652, 654
 Spionage 180

- Spirillen 659
 Spiritus 615
 Spitzbergen 278
 Spitzwinkliges Dreieck 376
 Sporentierchen (Sporozoen) 650
 Sporozoen (Sporontierchen) 650
 Springtide 235
 Spule (Phys.) 530
 square inch 366
 Srinagar 271
 Staat 180
 Staats-angehörigkeit 180
 — anwaltschaft 180
 — gewalt 180
 — räson 109
 Stachelhäuter (Echinodermen) 655
 Stadt (Gemeinde) 180
 Stärke (Chem.) 623, 644
 Stahl 593
 Stalin, Josef 133, 139, 141
 Stalinismus 180
 Standlicht 200
 Stanowoi-Gebirge 286
 Stationäre Ströme 512
 Staufer 98
 Stauferreich 98 ff.
 Stauffenberg, Graf von 137
 Staustahl-Triebwerk 489
 Stearinsäure 617
 Steiermark 279
 Stein, Karl, Reichsfreiherr vom und
 zum 120 f.
 Steinkohle 224, 609
 Steinkohlenteer 610
 Steinkohle 224, 609
 Steinkriecher 652
 Steinwerkzeug 74
 Steinzeit 74
 —, mittlere 74
 Stellenwert (Math.) 301
 Stephan, Heinrich von 125
 Stephenson, George 122
 Stereometrie (Körperberechnung)
 391 ff.
 Stern-generator 562
 Sternschaltung 527
 Sternzeit (der Erde) 223
 Steuben, Oberst von 115
 Steuergitter (Phys.) 544
 Steuern 180
 Stickstoff 598
 — dioxid 598, 636
 — oxid 636
 St. Hitts 293
 St. Louis 292
 St. Lucia 293
 Stockholm 284
 Stoff (Chem.) 569
 — gemenge (Stoffgemische) 570
 — umwandlung 571
 — wechsel 671, 693
 Stonehenge 76
 Stoß, elastischer 454
 —, unelastischer 454
 Strafmündigkeit 180
 Strafprozeß 180
 Strahlungsthermometer 474
 Straßburg 263
 Straßenbahn, elektrische 530
 — (im Verkehr) 203
 Straßenverkehrsordnung, neue 189 ff.
 Straßmann, Fritz 583
 Stratocumulus 241
 Stratosphäre 239 f.
 Stratus 241
 Straube 657
 Strecken-Diagramm 351
 Streik 180
 Stresemann, Gustav 133
 Strichpunkt (Semikolon) 28, 36
 Strömung (Phys.) 463
 Strömungswiderstand 463
 Strom (Phys.) 517, 586
 — meßgerät 519
 — kreis 512
 — quelle 512
 — stärke 506
 — wender (Kommutator) 528
 Stromboli 228, 268
 Strontium-carbonat 637
 — hydroxid 637
 — sulfat 637
 Stumpf-winkliges Dreieck 376
 Stunde 449
 Stuttgart 261 f.
 Stuyvesant, Pieter 110
 St. Vincent 293
 Subcutis (Unterhaut) 698
 Subjekt (Satzgegenstand) 27
 Subjektsatz 29
 Subjunktion (Math.) 425
 Sublimation 570
 Substantiv (Hauptwort) 15
 Substanz (Materie) 569
 Substitution 646
 Substrat 705
 Subtrahend 305
 Subtraktion 305, 307
 Subtraktionsverfahren 360 f.
 Subventionen 180
 Sudan 288
 Sudd 288
 Südafrika 288
 Südamerika 251 ff.
 Südjemen 269 f.
 Südkorea 272
 Südvietnam 144, 293
 Südwestafrika (Namibia) 277
 Süßwasserpolyp 651
 Suezkanal 124, 142, 245
 Suez-Landenge 237
 Suhl 261
 Sulfid 598
 Sulfogruppe 608
 Sulla, Lucius Cornelius 88
 Sumatra 267
 Sumerer 78 f., 247
 Summand 305
 Summe 305
 Summer (Phys.) 523
 Suomen Tasavalta 263
 Superlativ (Höchststufe) 13, 18
 Suriname 288
 Surud Ad 286
 Suspension 570
 Susupu 275
 Suva 263
 Svalbard 278
 Swasiland 288
 Swerdlowsk 286
 Sydney 255
 Syenit 224
 Symbionten 705
 Symbiose 705
 Symmetrie 384
 Symmetriachse 384
 symmetrisch (spiegelbildlich) 384
 Sympathicus 699
 Synchronbahn 465
 Synchrotron 559, 582
 Synökologie 675
 Syr-Darja 236
 Syrien 254, 288 f.
 Syrischer Graben 289
 Szintillationszähler 555

T

- Taal 228
 Tacho-Abstand 197
 Tätigkeitsform (Aktiv, Tatform) 13
 Tätigkeitswort (Zeitwort, Verb) 13
 Tag- und Nachtgleiche 230
 Tahiti 264
 Tairah 259
 Taiwan 259
 Tajo (Tejo) 236
 Tamboro 228
 Tananarive 274
 Tanganjikasee 236, 250, 258, 289
 Tangente 387
 Tansania 281, 289
 Tantal 596
 Tara 348
 Tarawa 264
 Tarifvertrag 180
 Tarim 236
 Taschkent 286
 Tasman-Gletscher 237
 Tasmanien 248, 255
 Tasten 671
 Tastsinn 699
 Tatform (Aktiv, Tätigkeitsform) 13, 15
 Taurogen, Vertrag von 122
 Taurus 291
 Tausendfüßer 652
 Tbilisi (Tiflis) 286
 Team-work 180
 Technische Atmosphäre 460
 Tegucigalpa 266
 Teheran 267
 Tehuantepec-Landenge 237
 Teilbarkeitsregeln 318 ff.
 Teilmenge (Math.) 418
 Tel Aviv/Jaffa 268
 Telegrafienlinien (erste) 123
 Tellurdioxid 637

Telophase 665
 Temperatur 473
 —, absolute 474
 Terephthalsäure-glykol-ester 625
 Termiten 654
 Thermoelektrische Spannung (Seebeck-Effekt) 521
 Thermolement 521
 Tertiär 223
 Tessin 285
 Testament 180
 Testu, Guillaume le 248
 Tethys 223
 Tetra (Tetrachlormethan) 604, 644
 Tetrachlorkohlenstoff 604, 635
 Tetrachlormethan (Tetra) 604, 644
 Tetraeder 646
 Teutoburger Wald, Schlacht im 90
 Teutonen 88
 Thailand 289
 Thales von Milet 81
 Thales, Halbkreis des 383
 Theið 291
 Themistokles 85
 Theoderich der Große 93
 Theodosius, röm. Kaiser 91 f.
 Thera (Insel) 227
 Thermische Ausdehnung 476
 Thermolement 474
 Thermometer 474
 Thermopylen 85
 Thermosphäre 239
 Thimbu 256
 Thomasmehl 594
 Thomas-Verfahren 594
 Thomsonsche Gleichung 534
 Thorium 583
 Thurgau 285
 Thymusdrüse 700
 Thyroxin 700
 Tiberius, röm. Kaiser 90
 Tibesti-Gebirge 278
 Tibet 258, 289
 Tide 234
 Tiefengestein 224
 Tiefsee 234
 Tiefseegräben 234
 Tienschan 246
 Tierische Zelle 664
 Tierkreiszeichen 215
 Tierläuse 654
 Tiflis (Tbilisi) 286
 Tigris 236, 246, 267
 Tilly, Graf von 108
 Tilsit, Friede von 119
 Timur 245, 282
 Tintenfische 654
 Tirana 254
 Tirol 279
 Titan 595
 Titancarbid 637
 Titicacasee 236, 256, 278
 Tito 137
 Titus, röm. Kaiser 90
 Tobago 290
 Tocantins 236, 257

Togo 290
 Tokio 229, 269
 Tolima 272
 Toluol (Monomethylbenzol) 608, 644
 Ton (Phys.) 470
 Tonhöhe (Frequenz) 471
 Tonerde (Aluminiumoxid) 638
 Tongainseln 290
 Tonne 366
 Torf 609
 Toronto 270
 Totalitarismus 181
 Totes Meer 268
 Toulouse 263
 Toxoplasma 650
 Tracheen 652, 705
 Trachyt 224
 Trägheit (Phys.) 451
 Trägheitsmoment (Phys.) 458
 Trägheitsprinzip 451
 Trafalgar, Schlacht bei 121
 Trajan, röm. Kaiser 90, 92
 Transalai-Gebirge 246
 Transformatoren 532
 Transistor 549
 Transitabkommen 150
 transitiv 14
 Transjordanien (Jordanien) 270
 Transurane 583
 Transvaal 288
 Transversalwelle 467
 Trapez 374
 Traubenzucker (Glukose)
 622, 627, 643
 Trennung (von Wörtern) 47
 Trias 223, 688
 Trichlormethan 604
 Trier 261
 Trimethylbenzol (Mesitylen) 608
 Trinidad 290
 Triode 543
 Tripolis 273
 Tristan da Cunha 283
 Triumvirat 89
 Trompetentierchen 650
 Trondheim 279
 Tropopause 239
 Troposphäre 239
 Trujillo 281
 Trypanosoma-Arten 650
 Trypsin 627
 Tschad 290
 Tschadsee 236, 270
 Tschechoslowakei 290
 Tscheljabinsk 286
 Tschiang Kai-schek 133, 140, 145
 Tschuktschen-Halbinsel 245, 286
 Tsinlingschan 259
 Tuamotuinseln 263
 Türkei 291
 Türken (vor Wien) 111
 Tunesien 290 f.
 Turbinen-Strahltriebwerk 489
 Turin 268
 Turks-Inseln 293
 Tyrrhenisches Meer 269

U

Überholen 191
 — (auf der Autobahn) 204
 Überholverbot 192
 Übershall-Knall 471 f.
 Ufa 286
 Uganda 291
 Ulan-Bator 276
 Ulan-Ude 276
 Ultrakurzwelle (im Rundfunk) 538
 Ultraschall 472
 Umm el Kaiwein 292
 Umfangswinkel 387
 Umsetzung (Chem.) 571
 Umstandsbestimmung (Adverbiale) 26
 Umstandswort (Adverb) 20
 — des Ortes 20, 26 f.
 — der Zeit 20, 26 f.
 — der Art und Weise 20, 26 f.
 — des Grundes 20, 26 f.
 UdSSR (Union der sozialistischen Sowjetrepubliken) 133
 UN (UNO) = United Nations Organization 127, 138, 181
 Unbestimmtes Fürwort
 (Indefinitivpronomen) 19
 Undeac 604
 UNESCO 181
 Unfälle (im Straßenverkehr) 209
 Unfallflucht 209
 Ungarische Tiefebene 245
 Ungarisches Becken 244
 — Mittelgebirge 291
 Ungarn 291
 Ungleichseitiges Dreieck 376
 Ungleichung 305
 Union arabischer Emirate 291 f.
 Union arabischer Republiken 292
 Universalindikator-Papier 644
 Unterhaut (Subcutis) 698
 Urabstimmung 181
 Uralfluß 236, 245, 286
 Uralgebirge 245, 286
 Uran 583
 — -Blei-Methode 688
 — hexafluorid 637
 — zerfallreihe 583
 Uranus 215, 220
 Urban II., Papst 97
 Uri 285
 Urinsekten 654
 Urmensch 73
 Uruapan 227
 Uruguay 255, 292
 Urundi (Burundi) 258
 Urvogel (Archaeopteryx) 656
 Urzeugung 649
 USA 115, 252, 292 f.
 Usbekistan 246
 Ust-Urt-Tafelland 246
 Usumbura (Bujumbura) 258
 Uterus (Gebärmutter) 701
 Utopie 181
 Utrecht 278
 —, Frieden von 112

/aduz 273
 /änersee 236, 284
 /ättersee 284
 /agusnerv 699
 /akuole 649, 705
 /al 576
 -aldivia 258
 /alencia 287
 /alencia (Venezuela) 292
 valenz 646
 — -Elektronen 584
 — -strich 586
 Valerian, röm. Kaiser 91
 Valmy, Kanonade von 119
 Vanadin 596
 Vancouver 270
 Vandalen 92
 Vandalenreich 95
 Variskische Gebirge 223, 244
 Varus, Publius Quintilius 90
 Vasco da Gama 101, 242
 Vatikanstadt 292
 Vatna Jökull 237
 V 1-Bombe 136
 Venedig 268
 Venen 697
 Venezuela 292
 Venn, John 426
 Venn-Diagramme 415
 Venus 215, 220, 238
 Verb (Tätigkeitswort, Zeitwort) 13
 Verband 181
 Verbindung (Chem.) 571, 575
 Verbindungsmenge (Math.) 423
 Verbindungsgesetze, chemische 576
 Verbrennungen, stille 578
 Verbrennungstemperatur 577
 Vercellae 88
 Verdauungsorgane 693
 Verden, Blutbad von 95
 Verdun, Vertrag von 96
 Vereinigte Staaten von Amerika
 = USA 115, 252, 292f.
 Vereinigung (Synthese) 571
 Vereinigungsmenge (Math.) 420
 Vereins- und Koalitionsfreiheit 181
 Vereinte Nationen (UN, UNO) 181
 Vererbungslehre (Genetik) 678ff.
 Verfassung 182
 Verfassungsgebende Nationalversamm-
 lung (Frankreich) 117
 Vergangenheit (Imperfekt) 13
 Vergleichende Anatomie 688
 Verhältnisgleichung (Proportion) 335
 Verhältniswahlrecht 182
 Verhältniswort (Präposition) 21
 Verhaltensforschung 689
 Verhaltenslehre (Ethologie) 673f.
 Verhütung 593
 Verkehrs-ampeln (Wechsellichtzeichen)
 194
 — -erziehung 189ff.
 — -unfall 209
 — -zeichen 207

Vermes (Würmer) 651
 Vermögensbildung 182
 Verneinung (Math.) 425
 Vernichtungslager 136
 Versailler Vertrag 132
 Versammlungsfreiheit 182
 Verschiebungspolarisation 509
 Verseifung 617
 Vertebraten (Wirbeltiere) 656
 Vértésgebirge 291
 Vertragsstaaten 291, 293
 Verwaltung 182
 Verzögerungstreifen (an Autobahnen)
 205
 Vespasian, röm. Kaiser 90
 Vespucci, Amerigo 101, 242, 251
 Vesta 221
 Vesuv 227f.
 Vetorecht 87, 182
 Victoria (Australien) 248
 — (Hongkong) 266
 Victoriasee 236, 271, 291
 Vientiane 273
 Viereck 371ff.
 Vierkaisersystem 91
 Vierleiterdrehstromnetz 528
 Viertaktmotor (Otto-Motor) 486
 Vierter Stand 120
 Vietnam, Vietnam-Krieg 127, 140,
 144ff., 289
 Vila = Franceville 277
 Villach 229
 Villa Cisneros 287
 Villarica 228
 Virgin Islands
 (Jungfern-Inseln) 270
 vis vitalis 603
 Vitalismus 703
 Vitamine 626ff., 695
 Viti Levu 263
 Vögel 656f.
 Völkerbund 127, 184
 Völkerrecht 184
 Vogesen 263
 Vokal (Selbstlaut) 12
 Volk 182
 Volks-abstimmung 184
 — -demokratie 184
 — -eigene Betriebe 138
 — -kammer 184
 — -republik 184
 — — Nordvietnam 293
 — -tribunen 87
 — -vertreter 184
 Vollendete Gegenwart (Perfekt) 13
 — -Vergangenheit (Plusquamperfekt) 13
 Volt 514
 Voltmeter 519
 Voltaire 113
 Volumen (Rauminhalt) 391
 Vorarlberg 279
 Vorfahrtstraße 195
 Vorfahrtsrecht 194ff.
 Vormundschaft 184
 Vorsilbe (Präfix) 23
 Vorsteherdüse (Prostata) 701

Vorurteil 184
 Vulkanismus 226ff.
 Vulkanit 224
 V2A-Stahl 594

W

Waadt 285
 Wähler 183f.
 Währung 185
 Währungsreform 185
 Wärme (Phys.) 563
 — durchgangszahl 479
 — einheiten (Kalorien) 695
 — kraftmaschinen 485
 — leitung 479
 — leitzahl 479
 — strahlung 479
 — übergangszahl 479
 Wagadugu 279
 Wahlrecht 183f.
 Walachei 283
 Wale 657
 Wales 265
 Wallenstein 108
 Wallis 285
 Walpole, Robert 116
 Wankelmotor 487f.
 Wanne-Eickel 262
 Wanzen 654
 Warn-blinkanlage 209
 — -blinklicht 201
 — -dreieck 209
 — -leuchte 209
 — -zeichen (an Fahrzeugen) 200f.
 Warschau 281
 Warschauer Pakt 127, 185
 — Vertrag 141, 144
 Washington 292
 Washington, George 115f.
 Wasser (Chem.) 579, 636
 Wassergas 611
 Wassergasverfahren 579
 Wasserglas (Chem.) 601
 Wasserstoff 578
 — bombe (H-Bombe) 127, 561
 — ionen 520
 — peroxid 636, 641
 Wasserturm 461
 Wasserversorgung 461
 Wasserwaage 461
 Waterloo, Schlacht bei 122
 Watlingsinsel 255
 Watt, James 116
 Watt (Phys.) 453
 Weber-Aufstand (Schlesien) 123
 Wechseljahre 701
 Wechselstrom 525
 — generator 526
 — großen 530
 Wechsellichtzeichen (Verkehrsampeln)
 194f.
 Wechseltieren (Amöbe) 649
 Wehrpflicht 185
 weiblich (feminin) 16

Weicheisenkern 523
 Weichsel 236
 — -Eiszeit 224
 Weichlot 637
 Weichtiere (Mollusken) 654f.
 Weimarer Republik 185f.
 Weinbereitung 614
 Weinhefe 614
 Weinsäure 644
 Weißes Meer 244
 Weißhorn 237
 Welfen 98
 Welle (Phys.) 468f.
 —, stehende 469
 Wellenbereiche (im Rundfunk) 538
 Wellenoptik 498
 Wellington, engl. General 122
 Wellington (Neuseeland) 277
 Weltkrieg, Erster 127ff.
 —, Zweiter 127, 136ff.
 Weltrevolution 187
 Weltwirtschaftskrise (1929) 133
 Weltzeit 230
 Wendekreis 231
 — des Krebses 230
 — des Steinbocks 230
 Wenden (im Straßenverkehr) 197
 Wertigkeit (Chem.) 576
 Wertigkeits-Elektronen 584
 Wertpapiere 187
 West-Berlin 145, 260ff.
 Westfälischer Friede 108
 Westindien 252
 West-Neuguinea (Irian Jaya) 267
 Westmächte 187
 West-Sahara 293
 Westsibirische Tiefebene 246, 286
 Wetterkarte 240
 Wetterkunde 211
 Wiclif, John 103
 Widerstand (Phys.) 514
 —, Hintereinanderschaltung von 516
 —, Parallelschaltung von 516
 Widerstandsrecht 187
 Widerstandsthermometer 474
 Wiedergutmachung 187
 Wiedervereinigung 187
 Wien 279
 Wiener Becken 279
 Wiener Kongreß 122
 Wiesbaden 262
 Wikinger 242f.
 Wilhelm I., deutscher Kaiser 125
 Wilhelm II., deutscher Kaiser 125, 130
 Wilhelm von Oranien 106, 111
 Wilhelmshaven 262
 Willemstad 278
 Wilson, Woodrow 130
 Wilsonsche Nebelkammer 554, 582
 Wimpertierchen (Ciliaten) 650
 Windfrische 593
 Windhuk 277
 Windward- und Leeward-Inseln 294
 Winkel 367ff.
 — halbierende (Dreieck) 377
 Winnipegsee 236, 270

Wintersonnenwende 230
 Wirbel (Phys.) 464
 Wirbelsäule 693
 Wirbeltiere (Vertebraten) 656
 Wirkleistung (Phys.) 530
 Wirklichkeitsform (Indikativ) 15
 Wirkung (Phys.) 453
 Wirtschaft 187
 Wirtschaftsform 187f.
 Wismut 641
 — hydroxid 635
 — nitrat 635
 Wöhler, Friedrich 122, 603
 Wolfram 596
 — stahl 637
 — carbide 637
 Wolfsburg 262
 Wohlfahrtsausschuß (Frankreich) 118
 Wolga 236, 245
 Wolgograd 286
 Wolkenformen 241
 Woodsche Legierung 637
 Wormser Konkordat 97
 Wort-familie 23
 — -feld 23
 — -lehre 12
 — -schrift 11
 Wright, Orville u. Wilbur 128
 Würfel 392f.
 Wurm-Eiszeit 225
 Würmer (Vermes) 651
 Würzburg 261
 Wuppertal 262
 Wurtzsche Synthese 604
 Wurzel (Math.) 333f.
 Wurzelfüßer (Rhizopoden) 649
 Wytfliet, Cornelius 248
 Wytschegda 236

X

Xerxes, Perserkönig 85
 Xylol (Dimethylbenzol) 608

Y

yard 366
 York von Wartenburg, preußischer
 Feldmarschall 122
 Yukon 236

Z

Zaire 294
 Zahl 301
 Zahlen-arten 353ff.
 — -systeme 301
 — -verhältnisse 335ff.
 Zahlwort (Numerale) 20
 Zama, Schlacht bei 92
 Zebrastreifen 192
 Zechstein 223
 Zeichen und Benennungen (Math.) 365
 Zeichensetzung (Interpunktion) 35

Zeit-biegung (Konjugation) 13
 — -messung 449
 — -wort (Tätigkeitswort, Verb) 13
 — -zone 231
 Zelle 187
 —, pflanzliche 663f.
 —, tierische 664
 Zellenlehre (Cytologie) 663
 Zellkern 649
 Zellteilung 664ff.
 Zellulose 695
 Zement 601
 Zensur 187
 Zenta, Schlacht bei 112
 Zentimeter 366, 448
 Zentimeter-Gramm-Sekunden-System
 506f.
 Zentner 366
 Zentralafrikanische Republik 294
 Zentralafrikanischer Graben 289
 Zentralnervensystem 698f.
 Zentralplateau, französisches 263
 Zentriwinkel 387
 Zerfallskonstante 555
 Zerfallsreihe, radioaktive 583
 Zersetzung (Chem.) 571
 Ziffer 301
 Zink 597, 641
 — chlorid 637
 — hydroxid 637
 — nitrat 637
 — oxid 637
 — sulfat (Zinkvitriol) 637, 641
 — sulfid 637
 — vitriol (Zinksulfat) 641
 Zinn 597, 641
 — chlorid 637
 — sulfat 637
 — sulfid 637
 Zinsrechnung 348ff.
 Zirbeldrüse 700
 Zirkelspanne (Radius) 378
 Zirkonium 595
 Zitronensäure 644
 Zivilisation 187
 Zivilprozeß 187
 Zollvereine 122
 Zomba 274
 Zündholz 599
 Zürich 284f.
 Zug 285
 Zugs Spitze 237
 Zukunft (Futurum) 13
 Zunge 698
 Zusammenschreibung 33
 Zweiflügler 653
 Zweikeimblättrige Pflanzen 662
 Zwei-Sekunden-Abstand 196f.
 Zweistromland 78
 Zwickau 262
 Zwingli, Ulrich 103
 Zwölftafelgesetz 87
 Zygote 665, 705
 Zyklotron 559
 Zylinder (Rundsäule) 396f.
 Zypern 146, 294

ILLUSTRATIONEN:

Gerlind Bruhn, München
Rolf Ege, München
Fritz-Martin Engel, Ansbach
Hans Eylert, München
Waldemar Lewandowski, Brumhagen
Hannes Limmer, München
Brita Oehmichen, München

BILDNACHWEIS:

AEG-Telefunken – Toni Angermayer, München – Bayer, Leverkusen – Carlo Berilaqua, Italien – H. Betzler-Bavaria, Gauting – Werner Büdeler, Thalham – Bundesministerium für Innerdeutsche Beziehungen (Broschüre „Zahlenspiegel. Ein Vergleich BRD-DDR“) – California Institute of Technology – Dr. Croy, Berlin – Deutsche Verkehrswacht e.V., Bonn – Deutscher Verlag – Deutsches Museum, München – Esso AG – A. W. Faber-Castell, Stein – Globus-Kartenarchiv, Hamburg – Hirmer Fotoarchiv, München – Photo Kage, Weißenstein – Archiv Dr. Köhne – Dr. Rolf Lachner, Dünne – Franz Lazi, Stuttgart – Mannesmann AG (Foto Windstosser) – Fritz Meisnitzer, Gartenberg – Prenzel Press, Gröbenzell – Josef Ráz, München – Ota Richter, München – roebild (Ernst Müller), Frankfurt/M. – Hanfried Schliephake, Königsbrunn – Erich Schmidt Verlag, Berlin – Hans Schmied-Bavaria, Gauting – Siemens AG – Süddeutscher Verlag (Bilderdienst), München – Lilly Stunzi, Ober-Aegeri, Schweiz – Franz G. Traub, München – US. Information Service, Bad Godesberg – V-DIA Verlag, Heidelberg – Carl Zeiss, Oberkochen

